

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **02139519 A**(43) Date of publication of application: **29.05.90**

(51) Int. Cl.

**G02F 1/133**  
**G02F 1/137**
(21) Application number: **01184592**(22) Date of filing: **19.07.89**(62) Division of application: **62121701**(71) Applicant: **SEIKO EPSON CORP**
(72) Inventor:  
**WADA KEIJI**  
**WADA SHINJI**  
**IJIMA CHIYOAKI**  
**NAGATA MITSUO**  
**AOKI KAZUO**
**(54) LIQUID CRYSTAL DEVICE**

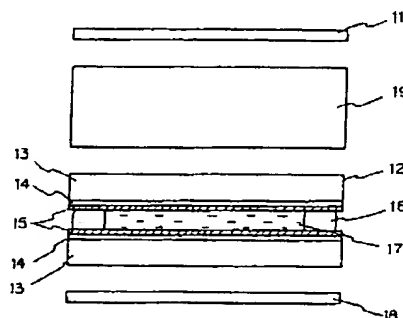
(57) Abstract:

**PURPOSE:** To obviate coloration so that the perfect black and white display can be made and good color display characteristics are attained by providing a high-polymer film which is an optically anisotropic body between a pair of polarizing plates and specifying the disposing direction of the film.

**CONSTITUTION:** The uniaxially oriented high-polymer film 19 consisting of, for example, polyvinyl alcohol, polyester, etc., which is optically anisotropic is disposed between a pair of the linear polarizing plates 11 and 18. The high-polymer film 19 is so disposed that the incident light to the polarizing plate 11 is polarized between a liquid crystal cell 12 and the high-polymer film 19 to the elliptically polarized light of the major axis directions varying with each of respective wavelengths and that this light is thereafter polarized to the elliptically polarized light nearly unified in the major axis directions by each of the respective wavelengths at the time of the incidence to the other polarizing plate 18. The coloration generated in the liquid crystal cell 12 is decreased to the max. possible extent by the high-polymer film 19, by which

the coloration is eliminated and the perfect black and white display is obt'd.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&amp;Japio



## ⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平3-50249

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>G 02 F 1/133  
1/1335

識別記号

5 0 0

庁内整理番号

8806-2H  
8106-2H

⑳ 公告 平成3年(1991)8月1日

発明の数 1 (全33頁)

㉔ 発明の名称 液晶装置

㉑ 特 願 平1-184592

㉕ 公 開 平2-139519

㉒ 出 願 昭62(1987)5月19日

㉓ 平2(1990)5月29日

㉖ 特 願 昭62-121701の分割

㉗ 発 明 者 和 田 啓 志 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式  
会社内㉘ 発 明 者 和 田 信 治 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式  
会社内㉙ 発 明 者 飯 島 千 代 明 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式  
会社内㉚ 発 明 者 永 田 光 夫 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式  
会社内㉛ 発 明 者 青 木 和 雄 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式  
会社内㉜ 出 願 人 セイコーエプソン株式 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
会社

㉝ 代 理 人 弁理士 菅 直 人 外1名

審 査 官 上 田 忠

早期審査対象出願

㉞ 参 考 文 献 特開 昭57-125919(JP, A) 特開 昭60-26322(JP, A)  
特開 昭59-28130(JP, A) 特開 昭60-50511(JP, A)  
特開 昭60-107020(JP, A) 実開 昭59-121682(JP, U)  
実開 昭60-30425(JP, U)

1

2

## ㉟ 特許請求の範囲

1 対向する内面に電極が形成された一対の基板間に、120°以上にねじれ配向されたネマチック液晶層を介在させてなる表示セルと、少なくとも1層の光学的異方体である高分子フィルムとを、一対の偏光板間に有してなり、各偏光板の偏光軸方向を、それに近接する表示セルの液晶層の液晶分子の長軸方向もしくは高分子フィルムの光軸と略平行または略直交する方向を除く所定の方向に設定すると共に、一方の偏光板を入射した光が、前記表示セルと該表示セルと隣接する前記高分子フィルムとの間で各波長ごとに長軸方向の異なる楕

円偏光となり、その後他方の偏光板に入射する際には各波長ごとに長軸方向のほぼ揃った楕円偏光となるように前記表示セルのネマチック液晶層のねじれ角と $\Delta n \cdot d$ の値に応じて前記高分子フィルムの光軸の方向と $\Delta n \cdot d$ の値とを所定の条件に設定して表示セルのオン状態およびオフ状態における表示の着色を解消するようにしたことを特徴とする液晶装置。

2 前記高分子フィルムが一軸性であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶装置。

3 前記高分子フィルムが延伸フィルムであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶

装置。

4 前記高分子フィルムがDAC、PET、PVA、二酢酸セルロース、ポリアミド、ポリエーテルサルフォン、アクリル、ポリサルフォン、ポリイミド、ポリオレフィン系から選択された一軸延伸フィルムであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶装置。

5 一方の偏光板と前記表示セルとの間に、前記高分子フィルムが複数積層されたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶装置。

6 一方の偏光板と前記表示セルとの間および他方の偏光板と該表示セルとの間に、少なくとも一層の前記高分子フィルムが配置されたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶装置。

7 偏光板と隣接する高分子フィルムの光軸と、上記偏光板の偏光軸とのなす角度が、 $30^{\circ}$ ～ $60^{\circ}$ の範囲であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶装置。

8 前記高分子フィルムは、少なくとも2層間で光軸の方向が異なることを特徴とする特許請求の範囲第5項または第6項に記載の液晶装置。

#### 発明の詳細な説明

##### 〔産業上の利用分野〕

本発明は液晶装置、特にスーパーツイステッドネマチック型の液晶装置に関する。

##### 〔従来の技術〕

従来のスーパーツイステッドマネチック型（以下、STN型という）の液晶装置は、特開昭60-50511号公報のように液晶分子のねじれ角が $90^{\circ}$ 以上であり、液晶セルの上下の一对の偏光板を設け、これらの偏光軸（吸収軸）と、電極基板に隣接する液晶分子の分子軸方向とがなす狭角が $30^{\circ}$ から $60^{\circ}$ の範囲であつた。そのために、複屈折による着色により液晶セルに対し電圧無印加状態での外観の色相が白色ではなく、一般に緑色から黄赤色にかけての色相になつている。また、選択電圧印加状態での外観の色相も黒色ではなく一般に青色となつている。

第17図は従来のSTN型液晶装置の模式図である。図において、171は上側偏光板、172は液晶セルであり、基板173上にITO電極等の透明電極174が形成されており、さらに配向膜175が塗布されラビング処理されている。上下基板はスペーサー176を介して対向し、液晶1

77を挟持した構成をなしている。178は下側偏光板である。

第19図は上記の液晶装置における液晶セルと偏光板の偏光軸（吸収軸）との関係を示す説明図であり、図において、190は液晶セルの上側電極基板のラビング方向、191は液晶セルの下側電極基板のラビング方向、192は上側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向、193は下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向、194は液晶セルの液晶分子のねじれ角の大きさ、195は上側電極基板のラビング方向190と上側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向192とのなす角、196は下側電極基板のラビング方向191と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向193とのなす角を表す。

上記第19図において、角度194を $200^{\circ}$ 、角度195をそれぞれ約 $50^{\circ}$ 、さらに液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n \cdot d$ を $0.9\mu m$ としたときの液晶装置の光学的特性を第20図に示す。

同図は、この種の液晶装置の駆動法として通常用いられているマルチプレックス駆動法によつて、上記液晶装置が駆動されたときのポジモード（電解無印加状態で明るい）のオン状態の画素と、オフ状態の画素の光透過率のスペクトルを示したものである。

なおオフ状態とは電界無印加状態ないし、電界印加状態であつてもほぼ無印加状態の分子配向が維持されている状態のことをいい、またオン状態とは液晶の分子配向の変化が光学的変化を引き起こすのに必要かつ十分に生じている状態のことをいうものとする。

上記第20図におけるカーブIはオフ状態、カーブIIはオン状態の画素のスペクトルを示すもので、カーブIは“明るく”カーブIIは“暗い”即ち、カーブIとIIが視覚的に区別することが可能であることがわかる。

##### 〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上記第20図に示したスペクトルを色座標上にプロットすると、第21図のようになり、従来の液晶装置では、ポジモードでオフ状態は黄色に、オン状態では青色に着色していることがわかる。

このように、従来技術では、ポジモードのとき

には液晶装置のオフ状態の外観色が緑色、黄緑色、黄色あるいは黄赤色などに着色、さらにオン状態では青色あるいは紺色となる。又ネガモード（電圧無印加状態で暗い）のときにはオフ状態では紺色となり、オン状態では黄色となる。

これらの色は、液晶装置の表示色としては一般に好まれる色ではない。やはり、液晶装置の表示色は、白色と黒色の組み合わせ、すなわち、スペクトルで示すならば、フラットなスペクトルの組み合わせが心理的、物理的にもつとも適しているものであり、白黒表示のできる液晶装置が求められている。特に、カラーフィルターとの組み合わせによりカラー表示を行う場合には、スペクトルがフラットであるか否かは、色の鮮やかさに大きな影響を及ぼし、前記第20図にスペクトルを示した従来の方式では、緑色はともかく、青色及び赤色を高輝度で表示することが困難となる。

ところで、上記のような着色を解消する手段としてツイステッドネマチック型（以下、TN型という）の液晶装置において、単層型ツイステッドネマチック電界効果型液晶表示セルに給電手段を具設しないツイステッドネマチック液晶層を重ねた二層型構造の液晶装置が知られている（例えば特開昭57-96315号公報参照）。

しかしながら、上記公報に示されている液晶装置は、そのまま前述したSTN型の液晶装置に適用できるものではない。

すなわち、上記公報に記載の液晶装置はいわゆるTN型である。即ち、ねじれ角は90度、偏光板は隣接する液晶分子方向と平行又は直交に配置されたものであり、その動作原理は旋光性を利用したものである。従つて、積極的に複屈折を動作原理に利用したSTN型の構造とは大きく異なるものである。単にそのままSTN型の液晶装置に適用することはできない。

本発明は上記のような問題点に鑑みて提案されたもので、STN型の液晶装置においても、その特性を損ねることなく、しかも表示セルのねじれ角や $\Delta n \cdot d$ の値の如何に拘らずオン状態およびオフ状態のいずれの場合にも着色のない良好な白黒表示のできる液晶装置を提供すること、さらにはカラー表示にも適する液晶装置を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記の目的を達成するために、本発明による液晶装置は、以下の構成としたものである。

即ち、対向する内面に電極が形成された一对の基板間に、120°以上にねじれ配向されたマネチック液晶層を介在させてなる表示セルと、少なくとも1層の光学的異方体である高分子フィルムとを、一对の偏光板間に有してなり、各偏光板の偏光軸方向を、それに近接する表示セルの液晶層の液晶分子の長軸方向もしくは高分子フィルムの光軸と略平行または略直交する方向を除く所定の方に設定すると共に、一方の偏光板を入射した光が、前記表示セルと該表示セルと隣接する前記高分子フィルムとの間で各波長ごとに長軸方向の異なる楕円偏光となり、その後他方の偏光板に入射する際には各波長ごとに長軸方向のほぼ揃った楕円偏光となるように前記表示セルのネマチック液晶層のねじれ角と $\Delta n \cdot d$ の値に応じて前記高分子フィルムの光軸の方向と $\Delta n \cdot d$ の値とを所定の条件に設定して表示セルのオン状態およびオフ状態における表示の着色を解消するようにしたことを特徴とする。

〔作用〕

上記のように、各偏光板の偏光軸方向を、それに近接する表示セルの液晶層の液晶分子の長軸方向もしくは高分子フィルムの光軸と略平行または略直交する方向を除く所定の方に設定すると共に、一方の偏光板を入射した光が、表示セルと高分子フィルムとの間で各波長ごとに長軸方向の異なる楕円偏光となり、その後他方の偏光板に入射する際には各波長ごとに長軸方向のほぼ揃った楕円偏光となるように表示セルのマネチック液晶層のねじれ角と $\Delta n \cdot d$ の値に応じて高分子フィルムの光軸の方向と $\Delta n \cdot d$ の値とを所定の条件に設定して表示セルのオン状態およびオフ状態における表示の着色を解消するようにしたことによつて、STN型の液晶装置においても、また表示セルのねじれ角や $\Delta n \cdot d$ の値の如何に拘らず、前記のような着色のない良好な表示を得ることが可能となる。

〔実施例〕

本発明により液晶装置の典型的な一例を第1図に示す。

図において11及び18は直線偏光板、12は表示用液晶セル、19は光学的異方体である。

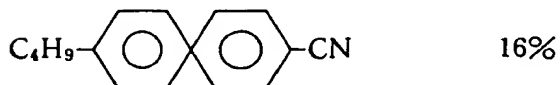
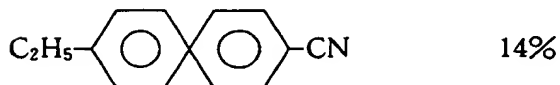
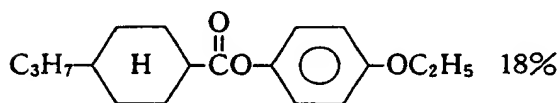
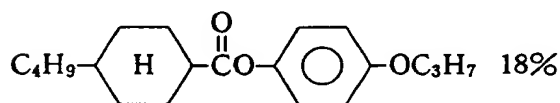
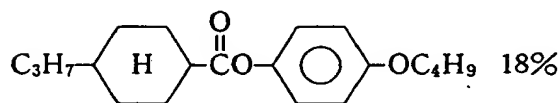
7

液晶セル 12 の構造は、基板 13 上に透明電極 14 が形成されており、さらに配向膜 15 が形成されラビング処理されている。上下基板はスペーサー 16 を介して対向し、液晶 17 を挟んだ構造をしている。

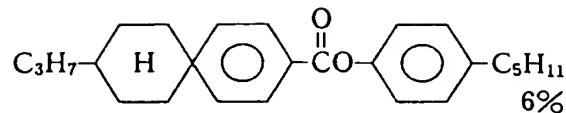
本発明で用いる偏光板、液晶材料、液相の配向方法、液晶素子の駆動方法等は、従来の TN 型、もしくは STN 型液晶装置等において一般的に知られているものと同一のものが適用可能である。以下具体的に述べる。

光学特性は、用いた偏光板の偏光特性に大きく影響を受ける。後述する本発明の具体的な実施例においてはすべて三立電気社製 LLC2-82-18 が用いられているが、これに限定されないことはいうまでもない。第 15 図に上記偏光板 2 枚の光透過率の波長依存性を示した。同図において、I は一對の偏光板を互いに平行に配置した場合、II は互いに垂直に配置した場合のスペクトル曲線である。

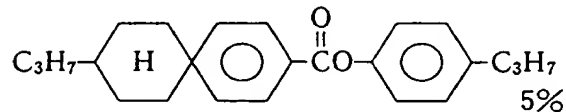
本発明で用いられる液晶組成物は、誘電異方性が正のネマチック液晶である。好ましい液晶の一例として、チツソ社製 SS-4008 が挙げられる。他の好ましい液晶組成物の一例として、以下に示したようなものもある。



8



5



10



液晶組成物中には、液相のねじれ構造を安定に保つためにカイラルドーパントを添加することが好ましい。

15 カイラルドーパントとしては、例えば、右ねじれのラセン構造をとらせるために BDH 社製 CB-15、左ねじれのラセン構造をとらせるためにメルク社製 S-811 を用いることができる。

本発明で用いられる液晶セル 12 の構成は前記第 17 図に示した従来技術で用いられる液晶セル 172 と全く同一の構成のものが使用可能である。

第 1 図において基板 13 には例えばガラス、プラスチック等の透明な基板が用いられる。基板上には例えば ITO のような透明電極 14 およびその透明電極上には液晶の配向を定める配向膜層 15 が形成される。

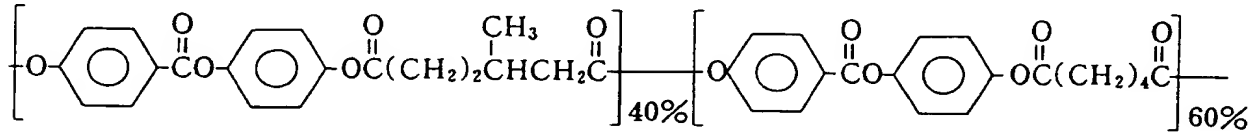
25 配向膜層として用いられる好ましい例として、ポリイミドやポリビニールアルコール等がある。これらの配向膜層を一般的には、ラビングすることにより液晶に一定の配向をあたえることができる。又他の液晶の配向方法として、SiO 等の斜方蒸着法を用いることもできる。

本発明の液晶装置の駆動方法の一例を、第 16 図に示した。同図に示したマルチプレックス駆動方法は現在一般に用いられている方法であり、実用化されているものであるが、本発明においては、他の駆動方法を用いることもできる。

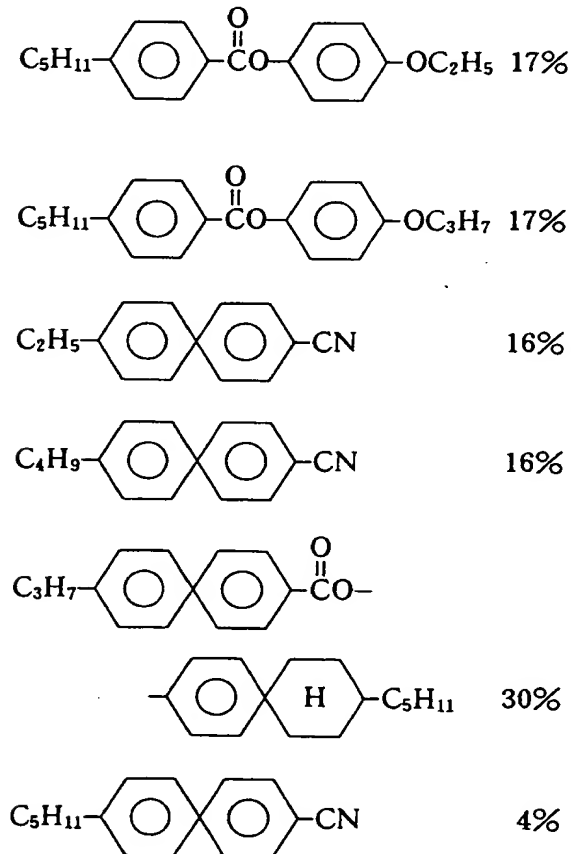
35 本発明に用いられる光学的異方体 19 には例えば、液晶組成物、一軸延伸フィルム、液晶性高分子フィルム、液晶と高分子化合物の混合物で作成したフィルム等が用いられる。液晶組成物を用いる場合にはスメクチック液晶、コレステリック液晶、ネマチック液晶等を用いることができる。具

体的には、ネマチック液晶、さらには、表示セルと同じ、マネチック液晶を用いることも望ましい方法である。一軸延伸フィルムにおいては、例えばポリビニルアルコール、ポリエステル、ポリエーテルアミド、ポリエチレン等を一軸延伸処理したフィルムを用いることができる。液晶性高分子\*

\*フィルムにおいては、例えば、ポリペプチド-ポリメタクリレート混合フィルムを用いることができる。又、ポリペプチドに限らず、他の液相性高分子も用いることができるが、具体的にはコレステリック相を示す液相性高分子であることが望ましい。一例として以下に構造式を示す。



液晶と高分子の混合物から成るフィルムを光学的異方体として用いる場合においては、例えば、PCH系、CCH系、ピフェニル等の低分子液晶にカイラルドーパントを混合し、ラセン構造をもたせた液晶組成物を、高分子、例えば、ポリメチルメタクリレート、ポリ酢酸ビニル、ポリアミド等に混合させたものを用いることができる。高分子中に混合される液晶組成物の好ましい一例を示した。



本発明の新規な点は、従来のSTN型液晶装置における着色を防止するために光学的異方体を備

えたことにある。この光学的異方体が果たしている作用について以下詳細に説明する。

第18図は前記第17図における従来のSTN型液相装置のオフ状態の光学的特性の説明図であり、図において181は入射光である。その入射光181は一般に自然光であり、可視領域の全波長の光を含み偏光方向もランダムである。その入射光181が直線偏光板182を通過すると偏光方向が整った直線偏光1831, 1832, 1833等の集合となる。ここで1831, 1832, 1833はそれぞれ波長450nm, 550nm, 650nmの偏光を示す。当然これ以外の波長の直線偏光も含まれるが、ここでは青、緑、赤の三色の代表的波長としてこれら三つの波長のみを示した。これ等の直線偏光1831, 1832, 1833は次に液晶セル184を通過する。液晶セル中の液晶層は、光学的には一軸性の屈折率異方性を示すマネチック液晶がねじれた構造をとっている。このような構造を持った液晶層中を前記直線偏光1831, 1832, 1833等が通過したときに偏光状態がどのように変化するかについては、後述する方法により予測可能である。例えば前記第20図にスペクトルが示されている前述従来の液晶装置の場合の結果を示すと、各々1851, 1852, 1853のような偏光状態となる。このように液晶層を通過することにより、偏光状態に波長分散が生じてくる。これらの偏光1851, 1852, 1853は最後に直線偏光板186を通過する。各々の波長の偏光は直線偏光板186の方向に対応した成分のみが通過してくる。例えば第20図にスペクトルが示されている前述従来の液晶装置では、各々1871, 1872, 1873のようになる。これより波長550nmの光量が多く、波長450nm, 650nmの光量が

少ないことがわかる。これらの結果をスペクトルの表したものが第20図のIであり、更にこれを色座標上にプロットしたものが第21図のIである。このように従来のSTN型液晶装置は複屈折による波長分散により着色状態にならざるを得なかつた。

次に本発明による液晶装置のオフ状態の光学的特性の説明図を第2図に示した。第18図と第2図を比較すると第2図では光学的異方体28が構成要素として追加されている点が第18図と異なっている。説明の便のため、光学的異方体28と偏光板26を除く構成要素の条件は上記第18図に示された従来の例、すなわち、第20図にスペクトルが示されている液晶装置と同一であるとする。

従つて第2図において偏光板22及び液晶セル24を通過した後の各波長の偏光の状態251, 252, 253は、第18図の1851, 1852, 1853と全く同一である。異なっているのは、第2図における上記各偏光251, 252, 253が次に通過するのが光学的異方体28であるという点である。本発明においては、この光学的異方体28が、偏光231, 232, 233が液晶セル24を通過することにより生じた波長分散を、光学的異方体がキャンセルする作用をして

るのである。  
この作用をわかりやすく説明するために、液晶セル24の光学関数をMと定義する。さらに231, 232, 233の偏光状態をP、252, 252, 253の偏光状態をP'とすると、P'はPとMから次式で求められる。

$$P' = M * P \quad (1)$$

ここで光学的異方体28の光学的関数をMの逆変換を行う関数M<sup>-1</sup>であると仮定する。291, 292, 293の偏光状態をP''とすると、P''はP'とM<sup>-1</sup>から次式で求められる。

$$P'' = M^{-1} * P' \quad (2)$$

(1)式と(2)式から次式が求まる。

$$P'' = M^{-1} * M * P \quad (3)$$

明らかに、

$$M^{-1} * M = 1 \quad (4)$$

従つて、

$$P'' = P \quad (5)$$

(5)式は291, 292, 293の偏光状態

P'が、それぞれ231, 232, 233の偏光状態Pと同一であることを示している。231, 232, 233は自然光21が直線偏光板22を通過した直後の偏光であるから、全ての波長が偏光板22の方位に対応した振動方向を持つ直線偏光である。従つて291, 292, 293も231, 232, 233と同じ方位に振動方向を持つ直線偏光である。直線偏光板26の偏光軸方位が、偏光291, 292, 293の振動方向と一致している場合には、この直線偏光はそのまま直線偏光板26を通過し、271, 272, 273となる。

このときの出射光のスペクトルは、前記第15図のIに示した偏光板のスペクトルと一致する(ただし液晶セル及び光学的異方体等での光吸収を無視する)。偏光板のスペクトルは、ほぼフラットであり無色である。この様に本発明における液晶装置では、オフ状態の着色現象を解消することができる。

本発明の要点は以上であるが問題は第2図において液晶セル24に入射した直線偏光231, 232, 233等に対して液晶セル24が行つた変換の逆変換をすべての波長にわたつて行いいう光学的異方体が実際に存在しうるかということである。結論的に云うと本発明者等はそんな光学的異方体28の条件が存在しうることをみいだした。しかもこの様な条件は、液晶セル24の条件の如何にかかわらず、存在しうることをみいだした。

この条件を説明するために前記第1図に示す本発明の液晶装置における液晶セルと偏光板と光学的異方体との関係を第3図に示した。同図において、31は液晶セルの下側電極基板のラビング方向、32は液晶セルの上側電極基板のラビング方向、33は光学的異方体の液晶セルと対向する表面の光軸方向、34は光学的異方体の偏光板と対向する表面の光軸方向、35は下側偏光板の偏光軸(吸収軸)の方向、36は上側偏光板の偏光軸(吸収軸)の方向、37は上側偏光板の偏光軸の方向36と光学的異方体の光軸方向34とのなす角度、38は光学的異方体の光軸方向33と34のなす角度、39は33と32とのなす角度、40は液晶セル内の液晶層のねじれ角の大きさ、30は液晶セルのラビング方向31と下側偏光板の



偏光軸の方向 3 5 とのなす角度である。

ここで例えば液晶セルの条件を前記第 2 0 図にスペクトルが示されている従来のポジモードの液晶装置と全く同一条件、すなわち液晶セル中の液晶層のねじれ角の角度 4 0 を 200 度で  $\Delta n \cdot d$  が 0.9  $\mu m$  とした場合の白色化条件について述べる。光学的光異方体がない場合には当然ながら第 2 0 図に示す様なスペクトルとなり着色状態となる。しかし光学的光異方体として例えば液晶セルを用い、その液晶層のツイスト角 3 8 がマイナス 200 度 (すなわち表示用液晶セルに対し逆ねじれでツイスト角の絶対値が等しい) で  $\Delta n \cdot d$  が 0.9  $\mu m$  を用いた場合には第 4 図に示すように、そのオフ状態におけるスペクトルは、ほぼフラットとなる。ただし、このときの他の条件は第 3 図における 3 7 が 45 度、3 0 が同じく 45 度、3 9 が 90 度である。第 4 図に示したスペクトルを色座標上にプロットしたのが第 5 図である。前記第 2 0 図に示した従来の方式に比べほぼ白色であることがわかる。上記実例に示した様に、波長の如何にかかわらず第 2 図に示した如く液晶セル 2 4 の逆変換を行う光学的光異方体 2 8 の条件が実在する。この対応関係を示すと次の様になる。すなわち、

- (1) 液晶セルの  $\Delta n \cdot d$  と、光学的光異方体の  $\Delta n \cdot d$  の絶対値が等しい。
- (2) 液晶セルのツイスト角を  $\theta$  とすると光学的光異方体のツイスト角はマイナス  $\theta$  である (ねじれの向きが逆である)。
- (3) 光学的光異方体の液晶セルと対向する表面の光軸方向 3 3 と液晶セルの上側電極基板のラビング方向 3 2 とのなす角度 3 9 は 9 0 度である。

以上の 3 条件が成り立つとき、 $\Delta n \cdot d$  の値やツイスト角  $\theta$  の値の如何にかかわらず液晶装置のオフ状態における着色の完全な解消、すなわち白色化ができる。

以上の説明は全てオフ状態における着色の解消のメカニズムについてのものであつた。本発明においてはオン状態における着色も同時に解消されている。オン状態の着色の解消の理由について厳密に説明することは不可能ではないが、煩雑である。いずれにせよ発明者は後述する実施例に多くの実例を示した様に実験的に様々な条件においてもオン状態の着色が全く、あるいはほとんど無いことを確認した。

上記した様にポジモードのオフ状態の着色の完全な解消をするためには前記の 3 条件が成り立つことが必要である。しかし現実的には必ずしも第 2 図に示した様に光学的光異方体が液晶セルの変換の完全な逆変換にならなくても実用的には十分であることが多い。このことを第 6 図に概念的に示した。第 6 図は第 2 図と対応している。第 2 図と異なるのは光学的光異方体 6 8 を通過した後の各偏光の状態 6 9 1, 6 9 2, 6 9 3 が第 2 図の 2 9 1, 2 9 2, 2 9 3 の如く完全な直線偏光ではなくわずかに楕円偏光になつてきていることである。この結果、偏光板 6 6 を通過した後の偏光 6 7 1, 6 7 2, 6 7 3 はその強度にわずかではあるが波長依存性を生じている。例えば、後述する実施例 2 0 に示された条件の様な場合のスペクトルを第 8 図に、又第 9 図にそのスペクトルを色座標上にプロットした。実施例 2 0 に示された条件の場合、第 6 図の 6 9 1, 6 9 2, 6 9 3 の様に光学的光異方体通過後の偏光の状態は楕円偏光になつていいる。にもかかわらず、第 9 図に示した様にほぼ完全に着色は解消されている。尚、第 7 図にこの場合の光学的光異方体と、液晶セルと、偏光板の各軸の関係を示した。

この様に前記 3 条件が満足されない条件においても実用的には、十分に着色の解消が可能な光学的光異方体の条件が存在する。

あるいは、他の理由により、積極的な意味で上記 3 条件以外の光学的光異方体を用いるほうがむしろ望ましいこともある。その理由の一つは偏光板の特性が一般的に波長依存性があるという点である。その実例が第 1 5 図に示されている。このような波長特性を、光学的光異方体の条件を適当に選択することによつて、液晶装置としての着色を改良することができる。これはオフ状態はもちろん、オン状態についてもそうである。他の理由としては、視野角の広さを考慮して、光学的光異方体の条件を変えることがある。

以上第 1 図に示した構成における光学的光異方体の様々な条件について述べてきた。第 1 図に示した構成においては図面上光学的光異方体が液晶セルよりも上にある。しかし、この上下関係が本発明の本質と全く関係ないことは明らかである。このことは第 2 図及び第 6 図での液晶セルと光学的光異方体の位置関係にもあてはまる。

第10図に本発明の液晶装置の他の構成例を示した。第10図が第1図の構成と異なるのは光学的異方体が液晶セルの上下双方に存在している点である。この様な構成においても実効的に第2図に示した様に完全な着色の解消が可能である。当然ながら第6図に示したようなほぼ完全な着色の解消も可能である。

以上の説明はオフ状態の透過率が高い状態、すなわち、ポジモードの説明であつた。オン状態の透過率の低い状態、すなわちネガモードの説明を次にする。第2図の偏光板26の偏光軸の方位が偏光板22の偏光軸と互いに直交した状態に設定されていれば偏光291, 292, 293等はいずれも偏光板26を通過することができない。したがつて、このときの透過光のスペクトルは第15図IIに示したクロスニコル状態での偏光板のス\*

\*ベクトルと一致する(ただし液晶セル及び光学的異方体等での光吸収などを無視する)。この状態は第15図に示した偏光板を用いて得ることのできる最も暗い状態である。この様に本発明においては光学的異方体を用いることによりネガモードの状態においても、望みうる最良のフラットな分光特性を得ることができる。すなわち、いずれの場合でも着色の解消が可能である。

なお以下の説明はポジモードについて行う。

次に、液晶セル等の光学的異方体を通過した光の偏光状態変化を算出する具体的な方法について、以下にその概略を説明する。

光学的異方体に入射する光は、一般に楕円偏光である。いまZ軸正方向へ進む楕円偏光の参照面跡は、xy成分を要素とする列ベクトルで次のように表すことができる。

$$E = \begin{bmatrix} a_x \exp(i\omega t + \psi_x) \\ a_y \exp(i\omega t + \psi_y) \end{bmatrix} \quad \dots\dots(6)$$

ここで $a_x$ ・ $a_y$ はそれぞれxy成分の振幅、 $\omega$ は角振動数、 $\psi_x$ ・ $\psi_y$ はxy成分の位相角を示す。しかしこの場合、波動の絶対位相は問題にしないので、(6)式の光周波数と絶対位相の項を省き、さらに各成分の振幅も基準化した、次式の基準化ジョーンズベクトルで偏光状態を記述した。

$$E = \begin{bmatrix} \frac{a_x}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2}} \exp\left(-i \frac{\delta}{2}\right) \\ \frac{a_y}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2}} \exp\left(i \frac{\delta}{2}\right) \end{bmatrix} \quad \dots\dots(7)$$

$$(\delta \equiv \psi_y - \psi_x)$$

\*さて、(7)式の偏光Eは、光学的異方体を通過して偏光状態が変化し、偏光E'となる。光学的異方体は、この変換を行う2×2のジョーンズ行列によつて表される。

例えばこの光学的異方体が、フィルム状高分子のように一軸性の直線位相子であるとした場合のジョーンズ行列 $R_{\Delta, \theta}$ は次式で表すことができる。

$$R_{\Delta, \theta} = \begin{bmatrix} \cos^2 \theta \exp\left(i \frac{\Delta}{2}\right) + \sin^2 \theta \exp\left(-i \frac{\Delta}{2}\right) & 2i \sin \theta \cos \theta \sin \frac{\Delta}{2} \\ 2i \sin \theta \cos \theta \sin \frac{\Delta}{2} & \cos^2 \theta \exp\left(-i \frac{\Delta}{2}\right) + \sin^2 \theta \exp\left(i \frac{\Delta}{2}\right) \end{bmatrix} \quad \dots\dots(8)$$

ここで、 $\theta$ は直線位相子の進相軸がX軸となす角度を、 $\Delta$ はリターデーションを示す。なお、リターデーション $\Delta$ は、直線位相子の $\Delta n \cdot d$ と光の波長 $\lambda$ を用いて、 $\Delta = 2\pi \Delta n \cdot d / \lambda$ で定義される。

このフィルム状高分子を通過した光の偏光状態は、入射光ベクトルEの左側から、(8)式のジョーンズ行列 $R_{\Delta, \theta}$ を作用させて、次式のように求めら

れる。

$$E' = R_{\Delta, \theta} E$$

また光学的異方体が、フィルム状高分子を複数枚重ねたものであるとした場合には、入射光ベクトルEの左側から、光の通過する順序に従つて、逐次に(8)式のジョーンズ行列を作用させて次式のように求められる。

$$E' = R_{\Delta n, 0n} R_{\Delta n-1, 0n-1} \cdots R_{\Delta 202} R_{\Delta 101} E$$

光学的異方体が液晶セルである場合には、液晶分子がねじれ配向しているために、位相子としては複雑である。しかしながら、第11図aのように液晶層を充分多くの層に分割すれば、第11図bに示すような、ねじれ配向していない液晶層の積み重ねで近似することができる。ねじれ配向していない液晶層は、フィルム状高分子と同じ一軸性の直線位相子であるから、前述のフィルム状高分子を複数枚重ねた場合と同様にして、液晶セルを通過した光の偏光状態を求めることができる。

以上説明した方法を用いて、第3図の角度40を200度、角度38をマイナス200度、角度30を45度、角度37を45度、角度39を90度、表示用液晶セルおよび光学的異方体の $\Delta n \cdot d$ をいずれも $0.9\mu m$ とした。前述の条件下で、液晶層をそれぞれ20分割して計算した光の偏光状態の推移を、第12図から第14図に示した。第12図・第13図・第14図はそれぞれ、波長450nm、550nm、650nmの光の偏光状態推移を示している。例えば第12図の場合、同図aにおいて表示用液晶セルに入射した直線偏光121は、5層を経るごとに122、123、124と偏光状態が推移し、125の楕円偏光でセルを出射する。この楕円偏光125は引き続き同図bにおいて光学的異方体に入射し、やはり5層を経るごとに126、127、128と偏光状態が推移して、129の直線偏光で光学的異方体を出射する。以上の各過程において、同図bの光学的異方体による偏光状態の変換は、同図aの表示用液晶セルによる変換のちょうど逆変換に相当しており、従って表示用液晶セルに入射した光は、全く同じ偏光状態で光学的異方体を出射する。この効果は第13図及び第14図からも明らかなように、光の波長に関係なく存在しているので、本発明の構成の液晶表示装置ではオフ状態における着色が完全に解消し、白色化が可能となる。

また前述のように前記3条件を満たさなくても十分に着色の解消が可能な光学的異方体の条件が存在する。その条件としては、一方の偏光板を入射した光が、前記液晶セルと該液晶セルと隣接する前記光学的異方体との間で各波長ごとに長軸方向の異なる楕円偏光となり、その後他方の偏光板

に入射する際には各波長ごとに長軸方向のほぼ揃った楕円偏光となるように前記光学的異方体が配置されればよい。具体的には表示用液晶セルのねじれ角と $\Delta n \cdot d$ の値に応じて光学的異方体の条件を適宜設定すればよく、以下その条件を光学的異方体として液晶を用いた場合を例にして具体的に説明する。

#### 10 具体例 1

第22図は光学的異方体として液晶を用いた場合の液晶装置の構造をモデル的に示した断面図である。同図において、2201は上側偏光板、2202は光学的異方体としての液晶を2枚の基板で挟んだ液晶セル（以後、Aセルと呼ぶ）、2203はAセルの上側基板、2204はAセルの下側基板、2205は光学的異方体として用いる液晶、2206は電圧印加により表示を行う液晶セル（以後、Bセルと呼ぶ）、2207はBセルの上側電極基板、2208はBセルの下側電極基板、2209はBセルの液晶、2210は下側偏光板を示したものである。第23図は本発明の液晶装置の各軸の関係を示した図である。同図において、2311はBセルの下側電極基板のラビング方向、2312は、Bセルの上側電極基板のラビング方向、2313はAセルの下側基板のラビング方向、2314はAセルの上側基板のラビング方向、2315は下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向、2316は上側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向、2317は上側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向2316とAセルの上側基板のラビング方向2314とのなす角度、2318はAセル内の液晶ねじれ角の大きさ、2319はAセルの下側基板のラビング方向2313とBセルの上側電極基板のラビング方向2312とのなす角度、2320はBセル内の液晶のねじれ角の大きさ、2321はBセルの下側電極基板のラビング方向2311と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向2315とのなす角度である。以後、各セル内の液晶分子のねじれ方向はセルの上から下に向かつてのねじれ方向で示すこととする。

上記第23図において、Bセルの液晶のねじれ角2320を約200度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ 、角度2319を約90度、角度2317を

30度から60度まで、角度  $2321$  を30度から60度までの範囲とすると、Aセルの液晶のねじれ角  $2318$  と  $\Delta n \cdot d$  を第24図aの斜線の部分としたときに、オフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となる液晶装置が得られる。

上記の条件は、前記(6)~(8)式を用いて計算により求めることができ、以下その計算方法の一例を説明する。

即ち、左に200°ねじれている  $\Delta n \cdot d = 0.9\mu m$  のBセルの液晶を、セルの厚さ方向に200分割し、1層につき  $\Delta n \cdot d = 0.0045\mu m$  の1軸性の位相子が左に1°ずつねじれた構造をしているものとして前記の計算式により計算を行う。このときに用いる光の波長は400nmから700nmの範囲である。また、Bセルの液晶に入射する光の偏光の状態は、用いる偏光板の種類と軸の方向で異なるが、ここで理想偏光板（平行ニコル時の透過率50%、クロスニコル時の透過率0%）を用いるものとする。そして偏光板に隣接する基板のラビング方向（基板表面の液晶分子の方向）と偏光板の偏光軸の方向とのなす角度を45°とする。すると、Bセルには偏光板を通過した直線偏光が入射することになり、Bセルを通過した各波長の光の楕円偏光の状態が求まる。

次に、この楕円偏光がAセルに入って通過した後の楕円偏光の状態を求める。Aセルに入射する楕円偏光は上記と同様な計算で求め、AセルとBセルの隣接する基板のラビング方向のなす角度は90度とする。また、Aセルの液晶もセルの厚さ方向に200分割し、一軸性の位相子が右に0.7度ずつねじれて全体として右に140度ねじれた構造をしているものとして液晶層の  $\Delta n \cdot d$  を適当な値とすると、前記の計算式からAセルを通過した楕円偏光の状態が求まる。さらに、ここで偏光板に隣接する基板のラビング方向と偏光板の偏光軸の方向とのなす角度を45度として偏光板を通過した後のスペクトルを求め視感度補正をしたY値を求める。

上記の計算において、Aセルの液晶の  $\Delta n \cdot d$  の値を  $0\mu m$  から  $1.5\mu m$  までとして、Aセルの  $\Delta n \cdot d$  と視感度補正したY値の関係を求める。このときAセルの  $\Delta n \cdot d$  を横軸にY値を縦軸にとると第24図bのように、Y値は極大、極小値を持ち周期的に変化する。偏光軸とラビング方向

のなす角度が45度となる方向は2方向あるので、上記第24図bには2本の曲線が描かれている。

表示のモードとしては、ネガモード（電圧無印加状態で暗い）とポジモード（電圧無印加状態で明るい）がある。ネガモードのときは電圧無印加状態がより暗い方が望ましく、ポジモードのときは電圧無印加状態がより明るい方が望ましい。したがって第24図bでY値が極大となる部分がポジモードに、Y値が極小となる部分がネガモードに適している。

従来のネガモードの電圧印加状態のY値は5%程度と高く、また目視でも色座標上でもはつきりと青色に着色していることが認められる。

これに対し、第24bで極小となるY値は従来のSTN型液晶装置のネガモードのY値の半分以下となつていて、このときの色は色座標上では少し着色しているがY値が小さいために目視では充分黒に近い色として認められる。また電圧を印加した状態では白色として認められる。従ってネガモードのときはY値が極小となる部分で白黒表示が得られるのでこのとき  $\Delta n \cdot d$  が求める値となる。

Y値が極大となる部分は従来のポジモードのときの電圧無印加状態の色と比較すると目視でも色座標上でも白色に近くなる。しかし、Y値が極大となる部分の前後でも白色に近くなっている。そのためポジモードでは白黒表示が得られる部分はかなり広い範囲となり、その境界を判断するのは非常に困難である。また、偏光軸とラビング方向のなす角度が45度なので第24図bの一方の曲線のときの偏光軸の方向を90度ずらすと、もう一方の曲線となる偏光軸と一致する。そのため第24図bでの極大、極小となる  $\Delta n \cdot d$  の値は同じである。

以上のことから白黒となるのはY値が極小となる  $\Delta n \cdot d$  である。つまり、Bセルが左ねじれの200度で  $\Delta n \cdot d = 0.9\mu m$  として、偏光板に隣接するBセルの基板のラビング方向と偏光板の偏光軸の方向とのなす角度を45度とし、BセルとAセルの隣接する基板の各々のラビング方向のなす角度を90度とし、Aセルが右ねじれの140度とし、偏光板に隣接するAセルの基板のラビング方向と偏光板の偏光軸の方向とのなす角度を45度としたときに、Aセルの  $\Delta n \cdot d$  が  $0.33\mu m$ 、 $0.7\mu m$ 、 $1.0\mu m$

$m$ 、 $1.3\mu m$  (Aセルの $\Delta n \cdot d$ が $1.5\mu m$ 以下では)のときに白黒表示が得られる(第24図b参照)。

次に、偏光板に隣接する各セルの基板のラビング方向と偏光板の偏光軸の方向が45度以外の場合や、BセルとAセルの隣接する基板の各々のラビング方向のなす角度が90度以外の場合についても同様の手順で計算を行う。そうすると、Y値が極小となるAセルの $\Delta n \cdot d$ は、ある幅を持ち周期的に現れる範囲として求まる(第24図aにおいてねじれ角を右140度に固定した場合の $\Delta n \cdot d$ の分布)。ただし、このときの各軸の方向のなす角度はY値の極小値が3%以下になるか、極端に着色することがない範囲である。

また、Bセルの条件はそのままとして、Aセルのねじれ角の大きさのみを変えた場合についても上記と同様にY値が極小となるAセルの $\Delta n \cdot d$ の範囲が周期的に現れてくる。このようにして求めたAセルのねじれ角の大きさと $\Delta n \cdot d$ の関係をまとめたものが第24図aとなる。つまり、第24図aから、Bセルが200度の左ねじれで $\Delta n \cdot d$ が $0.9\mu m$ のときには、白黒表示が得られるAセルのねじれ角の大きさと $\Delta n \cdot d$ の条件はただひとつだけ存在するのではなく、ある扇状の範囲が周期的に存在していることがわかる。

さらに、Bセルのねじれ角の大きさと $\Delta n \cdot d$ を変えた場合にも、上記と同様の手順により白黒表示が得られるAセルのねじれ角の大きさと $\Delta n \cdot d$ が求められる。この場合にもAセルのねじれ角の大きさと $\Delta n \cdot d$ の関係は扇状となり、周期的に現れてくる。

このようにして任意のBセルのねじれ角と $\Delta n \cdot d$ に対して、白黒表示となるためのAセルのねじれ角と $\Delta n \cdot d$ を求めることができ、そのAセルのねじれ角と $\Delta n \cdot d$ は唯ひとつではなく、数多く存在しているものである。

#### 具体例 2

具体例1において、第23図の角度2317を約40度、Aセルの液晶のねじれ角2318を約140度の右ねじれ、角度2319を約90度、Bセルの液晶のねじれ角2320を約200度の左ねじれ、角度2321を約40度、Aセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.7\mu m$ 、Bセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ とする。このときの液晶装置の外観のスペクトルを第25図に示す。同図において、カー

ブIはオフ状態を、カーブIIはオン状態を示す。第20図に示した従来技術による液晶装置の外観のスペクトルは、オフ(カーブI)のときには黄色となり、オン(カーブII)のときには青色となっている。しかし、上記第25図においてオフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となっている。

#### 具体例 3

具体例1において、第23図の角度2317を約40度、Aセルの液晶のねじれ角2318を約200度の右ねじれ、角度2319を約90度、Bセルの液晶のねじれ角2320を約200度の左ねじれ、角度2321を約50度、Aセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ 、Bセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ とする。このときの液晶装置の外観のスペクトルを第26図に示す。同図において、カーブIはオフ状態を、カーブIIはオン状態を示す。この場合も具体例2と同様に、オフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となっている。

#### 具体例 4

具体例1において、第23図の角度2317を約40度、Aセルの液晶のねじれ角2318を約260度の右ねじれ、角度2319を約90度、Bセルの液晶のねじれ角2320を約200度の左ねじれ、角度2321を約40度、Aセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.8\mu m$ 、Bセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ とする。このときの液晶装置の外観のスペクトルを第27図に示す。同図において、カーブIはオフ状態を、カーブIIはオン状態を示す。この場合も、実施例2、実施例3と同様に、オフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となっている。

#### 具体例 5

第23図において、Bセルの液晶のねじれ角2320を約250度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ 、角度2319を約90度、角度2317を30度から60度まで、角度2321を30度から60度までの範囲とすると、Aセルの液晶のねじれ角2318と $\Delta n \cdot d$ を第28図の斜線の部分としたときに、オフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となる液晶装置が得られる。

#### 具体例 6

具体例5において、第23図の角度2317を約40度、Aセルの液晶のねじれ角2318を約

23

160度の右ねじれ、角度2319を約90度、Bセルの液晶のねじれ角2320を約250度の左ねじれ、角度2321を約40度、Aセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.8\mu m$ 、Bセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ とする。このときの液晶装置の外観のスペクトルを第29図に示す。同図において、カーブⅠはオフ状態を、カーブⅡはオン状態を示す。この場合も実施例2と同様に、オフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となつている。

#### 具体例 7

23図において、角度2317を約40度、Aセルの液晶のねじれ角2318を約360度の右ねじれ、角度2319を約90度、Bセルの液晶のねじれ角2320を約250度の左ねじれ、角度2321を約40度とし、さらにAセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $1.0\mu m$ 、Bセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ とする。このときもオフ状態では白色となり、オン状態ではより黒色となる液晶装置となる。

#### 具体例 8

23図において、角度2317を約50度、Aセルの液晶のねじれ角2318を約170度の右ねじれ、角度2319を約90度、Bセルの液晶のねじれ角2320を約170度の左ねじれ、角度2321を約40度とし、さらにAセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.7\mu m$ 、Bセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.7\mu m$ とする。このときもオフ状態では白色となり、オン状態ではより黒色の液晶装置となる。

#### 具体例 9

23図において、Bセルの液晶のねじれ角2320を約120度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ 、角度2319を約90度、角度2317を30度から60度まで、角度2321を30度から60度までの範囲とすると、Aセルの液晶のねじれ角2318と $\Delta n \cdot d$ を第30図の斜線の部分としたとき、オフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となる液晶装置が得られる。

#### 具体例 10

第23図において、Bセルの液晶のねじれ角2320を約200度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を約 $0.6\mu m$ 、角度2319を約90度、角度2317を30度から60度まで、角度2321を30度から60度までの範囲とすると、Aセルの液晶のねじれ角2318と $\Delta n \cdot d$ を第31図の斜線の部分としたとき、オフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色

24

となる液晶装置が得られる。

#### 具体例 11

第23図において、Bセルの液晶のねじれ角2320を約200度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を約 $1.5\mu m$ 、角度2319を約90度、角度2317を30度から60度まで、角度2321を30度から60度までの範囲とすると、Aセルの液晶のねじれ角2318と $\Delta n \cdot d$ を第32図の斜線の部分としたとき、オフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となる液晶装置が得られる。

#### 具体例 12

第23図において、Bセルの液晶のねじれ角2320を約200度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ 、角度2319を約90度、角度2317を30度から60度まで、角度2321を30度から60度までの範囲とすると、Aセルの液晶のねじれ角2318と $\Delta n \cdot d$ を第33図の斜線の部分としたとき、オフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となる液晶装置が得られる。

#### 具体例 13

具体例1から具体例12において、AセルとBセルを上下逆に配置しても同様の効果が得られる。また第22図に示したAセルの下側基板2204とBセルの上側電極基板2207の2枚の基板を1枚の基板に置き換えても同様の効果が得られる。

#### 具体例 14

第34図において3422は上側偏光板、3423は上側Aセル、3424はBセル、3425は下側Aセル、3426は下側偏光板である。同図の構造の液晶装置において、上側Aセル3423、下側Aセル3425ともに液晶分子は右ねじれである。またBセル3424の液晶分子は左ねじれである。このときの上側Aセル3423の液晶分子のねじれ角と下側Aセル3425の液晶分子のねじれ角を加えたものをAセル全体のねじれ角とし、上側Aセル3423の液晶層の $\Delta n \cdot d$ と下側Aセル3425の液晶層の $\Delta n \cdot d$ を加えたものをAセル全体の $\Delta n \cdot d$ とする。このAセル全体のねじれ角とAセル全体の $\Delta n \cdot d$ を具体例1から具体例12までのAセルの条件にした場合でも、具体例1から具体例12までと同様の効果がえられる。上記各セル3423、3424、3425の配置順序を任意に換えても同様の効果が得

られる。またAセルは上記と同様の条件で3層以上設けることもできる。

#### 具体例 15

具体例14の構造において、上側Aセル3423の下側基板3429とBセル3424の上側電極基板3430の2枚の基板を1枚の基板に置き換える。さらにBセル3424の下側電極基板3432と下側Aセル3425の上側基板3433の2枚の基板を1枚の基板に置き換える。このようにすると基板数が減り構造が簡単になり、しかも具体例14と同様の効果が得られる。

#### 具体例 16

具体例1から具体例15において、Aセルの液晶NI点の温度 $T_A(K)$ 、Bセルの液晶のNI点の温度を $T_B(K)$ とする。このときに

$$0.86 \leq T_A / T_B \leq 1.15$$

となる液晶を用いると、温度変化によりBセルとAセルの液晶層の $\Delta n \cdot d$ が変化しても液晶装置が外観色はほとんど変化しない。

#### 具体例 17

具体例1から具体例16において、Aセルの液晶として誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が正である液晶を用いると、外部からの静電気の影響によりAセルの液晶の配向が乱れ、液晶装置の外観に色ムラが現れてしまうことがある。そこで、Aセルの液晶として誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が負である液晶を用いれば、たとえ外部から静電気の影響があつても外観の色ムラが発生しない液晶装置となる。

#### 具体例 18

具体例1から実施例16において、Aセルの上下基板の内側に電極を付け、Aセルの液晶に $\Delta\epsilon$ が正のものをを用いる。そうすることにより、たとえ温度変化により液晶装置の外観の色が変化をしても、Aセルの上下基板に付けた電極間に電圧を印加することにより色の変化を打ち消すことが可能となる。

#### 具体例 19

具体例13と具体例15を除く具体例1から具体例18までにおいて、AセルとBセルの接する基板面での光の反射を防ぐために、AセルとBセルを光学的に接着する。接着層としてエンボス加工したポリビニルブチラールフィルムを用いて加熱加圧により接着する。また、接着剤として熱硬化のエポキシ系およびウレタン系接着剤を用いても良

い。さらにアクリル系の紫外線接着剤を用いても良い。以上のようにしてAセルとBセルを接着すると両セルの境界面での反射を減らすことができる。

以上の具体例は光学的異方体としてフィルム状高分子を用いた場合も同様であり、さらにフィルム状高分子を用いた他の具体例について説明する。

#### 具体例 20

第35図は光学的異方体としてフィルム状高分子層（以後、Aフィルムと呼ぶ）を用いた場合の構造の一例を示す。同図において3536は上側偏光板、3537は上側Aフィルム、3538はBセル、3539は下側Aフィルム、3540は下側偏光板である。また、第36図はAフィルムを用いた液晶装置の各軸の関係を示した図である。同図において3645はBセルの上側電極基板のラビング方向、3646はBセルの下側電極基板のラビング方向、3647は上側Aフィルムの光軸の方向、3648は下側Aフィルムの光軸の方向、3649は上側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向、3650は下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向、3651は上側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向3649と上側Aフィルムの光軸の方向3647とのなす角度、3652は上側Aフィルムの光軸の方向3647とBセルの上側電極基板のラビング方向3645とのなす角度、3653はBセルの液晶のねじれ角の大きさ、3654はBセルの下側電極基板のラビング方向3646と下側Aフィルムの光軸の方向3648とのなす角度、3655は下側Aフィルムの光軸方向3648と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向3650とのなす角度である。

同図において角度3651を約40度、角度3652を約90度、角度3653を約200度の左ねじれ下側Aフィルムを入れずにBセルの下側電極基板のラビング方向3646と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向3650とのなす角度を約40度とする。また、上側Aフィルムの屈折率異方性 $\Delta n$ と上側Aフィルムの層厚 $d$ の積 $\Delta n \cdot d$ が約 $0.55\mu m$ 、Bセルの $\Delta n \cdot d$ が約 $0.9\mu m$ とする。このときにも液晶表示装置の外観の色がオフ状態でほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となる。

このAフィルムは、DAC、PET、二酢酸セル



ロース、PVA、ポリアミド、ポリエーテルサルフォン、アクリル、ポリサルフォン、ポリイミド、ポリオレフィン系などの一軸延伸フィルムを用いる。

以下にAフィルムを用いた具体例を述べる。

#### 具体例 21

第36図において、角度3651を約50度、角度3652を約90度、Bセルの液晶のねじれ角3653を約200度の左ねじれ、角度3654を約90度、角度3655を約50度とする。また、上側Aフィルムの $\Delta n \cdot d$ と下側Aフィルムの $\Delta n \cdot d$ を加えたものが約 $0.6\mu m$ 、Bセルの $\Delta n \cdot d$ が約 $0.9\mu m$ とする。このときも具体例20と同様の効果が得られる。

#### 具体例 22

第36図において、下側Aフィルムがない構造としたときに上側Aフィルムの $\Delta n \cdot d$ を約 $0.55\mu m$ 、角度3651を約50度、角度3652を約90度、Bセルの液晶のねじれ角3653を約250度の左ねじれ、Bセルの下側電極基板のラビング方向3646と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向3650とのなす角を約50度、Bセルの液晶の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ としたときにも液晶装置の外観の色はオフ状態ではほぼ白色となりオン状態ではほぼ黒色となる。

#### 具体例 23

第36図において、下側Aフィルムがなく、上側Aフィルムが上から下に向かって15度ずつ右ねじれの方向に光軸がずれた11枚のフィルムから成り、その $\Delta n \cdot d$ の和が約 $0.7\mu m$ とする。さらに上側偏光板の偏光軸（吸収軸）と上側Aフィルムの最上層のフィルムの光軸の方向とのなす角度を約50度、上側Aフィルムの最下層のフィルムの光軸の方向とBセルの上側電極基板のラビング方向とのなす角度を約90度、Bセルの下側電極基板のラビング方向と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）とのなす角度を約40度とし、Bセルの液晶のねじれ角3653を約200度の左ねじれ、Bセルの液晶の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ とする。このときに液晶装置の外観の色はオフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となる。

#### 具体例 24

第35図において、下側Aフィルム3539がない構造としたときに、上側Aフィルム3537

の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.65 \sim 0.85\mu m$ 、第36図の角度3651を35度から55度、角度3652を80度から100度、Bセルの液晶のねじれ角3653を約200度の左ねじれ、Bセルの下側電極基板のラビング方向3646と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向3650とのなす角を35度から55度、Bセルの液晶の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ とした。

この液晶装置の外観の色はオフ状態ではほぼ白色となりオン状態ではほぼ黒色となった。

#### 具体例 25

第35図において、下側Aフィルム3539がない構造としたときに、上側Aフィルム3537の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.25 \sim 0.45\mu m$ 、第36図の角度3651を35度から55度、角度3652を80度から100度、Bセルの液晶のねじれ角3653を約200度の左ねじれ、Bセルの下側電極基板のラビング方向3646と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向3650とのなす角を35度から55度、Bセルの液晶の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ とした。この液晶装置の外観の色はオフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となった。

#### 具体例 26

第35図において、下側Aフィルム3539がない構造としたときに、上側Aフィルム3537の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.4 \sim 0.6\mu m$ 、第36図の角度3651を35度から55度、角度3652を80度から100度、Bセルの液晶のねじれ角3653を約180度の左ねじれ、Bセルの下側電極基板のラビング方向3646と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向3650とのなす角を35度から55度、Bセルの液晶の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9\mu m$ とした。

この液晶装置の外観の色はオフ状態ではほぼ白色となりオン状態ではほぼ黒色となった。

#### 具体例 27

第35図において、下側Aフィルム3539がない構造としたときに、上側Aフィルム3537の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.5 \sim 0.7\mu m$ 、角度3651を35度から55度、第36図の角度3652を80度から100度、Bセルの液晶のねじれ角3653を約180度の左ねじれ、Bセルの下側電極基板のラビング方向3646と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向3650とのなす角を35度から55度、Bセルの液晶の $\Delta n \cdot d$ を約 $1.0\mu m$ とした。

この液晶装置の外観の色はオフ状態ではほぼ白



色となりオン状態ではほぼ黒色となつた。

#### 具体例 28

第35図において、下側Aフィルム3539がない構造としたときに、上側Aフィルム3537の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.5 \sim 0.6 \mu m$ 、第36図の角度3651を35度から55度、角度3652を80度から100度、Bセルの液晶のねじれ角3653を約230度の左ねじれ、Bセルの下側電極基板のラビング方向3646と下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向3650とのなす角を35度から55度、Bセルの液晶の $\Delta n \cdot d$ を約 $0.9 \mu m$ とした。

この液晶装置の外観の色はオフ状態ではほぼ白色となりオン状態ではほぼ黒色となつた。

#### 具体例 29

具体例20から具体例28において、Aフィルムを偏光板と一体にした構造にする。第37図に偏光板とAフィルムを一体としたときの構造をモデル的に示す。同図において3756は偏光板の保護フィルム、3757は偏光子、3758はAフィルム、3759は偏光板の保護フィルムである。同図のようにAフィルムを偏光板と一体にして液晶装置に用いても同様の効果がある。

#### 具体例 30

具体例1から具体例29において、反射板を上下どちらの偏光板の外側に置いても、白黒表示の反射型の液晶装置が得られる。

#### 具体例 31

具体例20に示したAフィルムを光学的異方体として用いるかわりに、コレステリック相を示す液晶性高分子フィルム（以後、Achフィルムと呼ぶ）を光学的異方体として用いた場合の具体例について詳述する。

第38図に光学的異方体としてAchフィルムを用いた場合の構造を示す。同図において3861は上側偏光板、3862はAchフィルム、3863はBセル、3864はBセルの上側電極基板、3865はBセルの液晶、3866はBセルの下側電極基板、3867は下側偏光板である。又、第39図はAchフィルムを用いた液晶表示装置の各軸の関係を示した図である。同図において3968はBセルの下側電極基板のラビング方向、3969はBセルの上側電極基板のラビング方向、3970はAchフィルムのBセルに隣接する液晶分子の長軸方向、3971はAchフィルムの上側

偏光板に隣接する液晶分子の長軸方向、3972は下側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向、3973は上側偏光板の偏光軸（吸収軸）の方向、3974はBセルの液晶のねじれ角の大きさ、3975は前記3970と前記3969のなす角度、3976は前記3973と前記3971のなす角度、3977は前記3968と前記3972のなす角度、3978は前記3971と前記3970とのなす角度を示すこととする。

ここで、偏光板とAchフィルムとBセルを第38図に示す如く配置し、各軸の条件を次のように設定した。

Bセルの液晶のねじれ角3974を約200度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ が $0.9 \mu m$ となるようにBセルを組み立てた。一方、Achフィルムをあらかじめ角度3978を約330度の右ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を一軸延伸フィルムに換算して約 $1.05 \mu m$ となるように調整し、角度3975を80度から100度、角度3976および3977をそれぞれ40度から50度の範囲に設定して液晶装置を製造した。このときの液晶装置の透過光スペクトルを測定したところ、外観の色がオフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となつた。

本例ではAchフィルムとして、ポリペプチドとポリメチルメタクリレートの混合体を用いた。

#### 具体例 32

第39図において、Bセルの液晶のねじれ角3974を約200度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ が $0.9 \mu m$ となるようにBセルを組み立てた。一方、Achフィルムをあらかじめ、角度3978を約360度の右ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を一軸延伸フィルムに換算して約 $1.0 \mu m$ となるように調整し、角度3975を80度から100度の範囲、角度3976および3977をそれぞれ40度から50度の範囲に設定して液晶装置を製造した。

このときも外観の色がオフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となつた。

#### 具体例 33

第39図において、Bセルの液晶のねじれ角3974を約200度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ が $0.9 \mu m$ となるようにBセルを組み立てた。一方、Achフィルムをあらかじめ、角度3978を約210度の右ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を一軸延伸フィルムに換算して約 $0.95 \mu m$ となるように調整し、角度3975を

80度から100度の範囲、角度3976を40度から50度の範囲、角度3977を40度から50度の範囲に設定して液晶装置を製造した。

このときも外観の色がオフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となった。

#### 具体例 34

第39図において、Bセルの液晶のねじれ角3974を約180度の左ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ が $0.9\mu m$ となるようにBセルを組み立てた。一方、Achフィルムをあらかじめ、角度3978を約180度の右ねじれ、 $\Delta n \cdot d$ を一軸延伸フィルムに換算して約 $0.9\mu m$ となるように調整し、角度3975を80度から100度の範囲、角度3976を40度から50度の範囲、角度3977を40度から50度の範囲に設定して液晶装置を製造した。

このときも外観の色がオフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となった。

#### 具体例 35

具体例31~34において、液晶性高分子フィルムのかわりに高分子及び低分子液晶の混合物を用いても、具体例31~34と同様の結果が得られた。

#### 具体例 36

具体例31~34において、Achフィルムとしてメルク社製TN液晶ZLI3285及びBDH社製カイラルドーバントCB-15と低重合ポリメチルメタクリレート of 混合体から成るポリマーフィルムを用いた場合も具体例31~34と同様の効果が得られた。

#### 具体例 37

具体例31~36において、上側偏光板あるいは下側偏光板の外側に反射板を用いた場合にもオフ状態ではほぼ白色となり、オン状態ではほぼ黒色となった。

#### 〔発明の効果〕

本発明によつて、従来のSTN型液晶装置の大きな欠点であつた着色現象が解決できた。つまり本発明は完全な白黒表示を可能とした。それのみならず、透過状態の光量が増加し、明るい表示となった。更に、非透過状態でのまれ光量が非常に少なくなり、透過状態の光量の増加と相まってコントラスト比が大きく向上した。

以上の効果によつて、本発明はカラー表示に応用したときに良好なカラー表示特性を示すことができた。特にツイスト角が180度以上の場合、明視方向が正面となり、正面を中心に、同心円に近

い領域が明視領域となつた。このためフルカラー画像表示素子として、従来のTN型液晶装置を用いたものに比較し、視野角の広さ、視野角の方向(TN型のものは斜め方向が明視方向である)、コントラスト比などが大きく改善された。当然階調表示を行わないカラー表示(8色表示)の場合もTN型のものに比べ改善されている。

本発明は表示用液晶セルの液晶層の厚さに関係なく上記効果が得られる為、表示用液晶セルの液晶層の厚さを薄くしてゆくことにより高速応答の表示装置を容易に実現することができる。なぜなら応答速度は概ね液晶層の厚みの2乗に比例するからである。

更に本発明は前記したようにコントラスト比の向上にも効果があるので、マルチプレックス駆動の駆動ライン数の向上にも効果がある。

#### 図面の簡単な説明

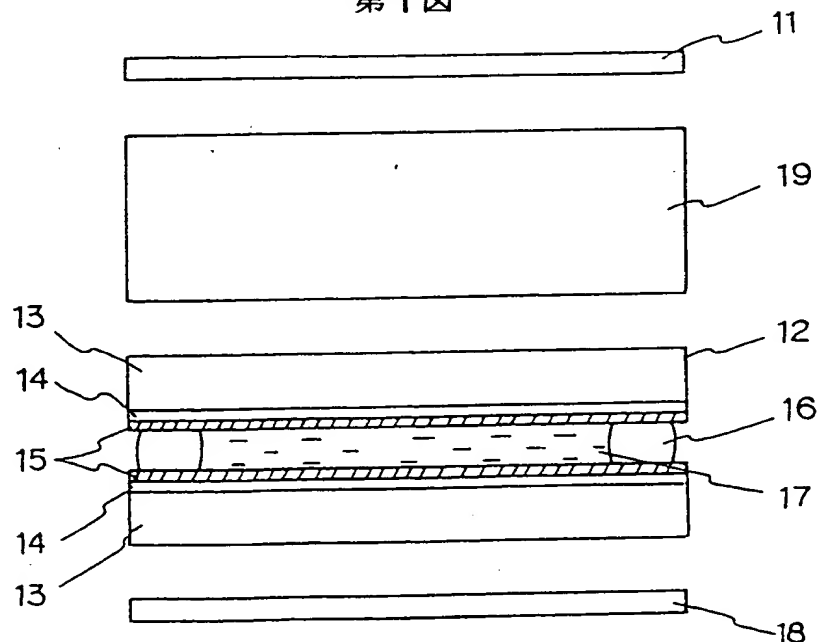
第1図は、本発明の液晶装置の典型的な一例を示した図。第2図は、本発明による液晶装置のオフ状態の光学的特性を示した図。第3図は、本発明の液晶装置での液晶セルと偏光板と光学的異方体との関係を示した図。第4図は、本発明による液晶装置のオフ状態のスペクトルを示した図。第5図は、第4図に示した本発明による液晶装置のオフ状態のスペクトルを色座標上にプロットしたxy色度図。第6図は、光学的異方体が、液晶セルの変換の完全な逆変換にならない場合を概念的に示した図。第7図は、本発明の液晶装置において、光学異方体としてフィルム状高分子を用いた場合の、各軸方向の関係を示した図。第8図は、具体例20に示された条件におけるスペクトル曲線を示した図。第9図は、第8図に示したスペクトル曲線を色座標に示したxy色度図。第10図は、本発明の液晶装置の他の構成例を示した図。第11図aは、液晶層を10分割したときの断面を模式的に描いた図。第11図bは、第11図aの液晶層厚とねじれ角の関係を概念的に示した図。第12図は、液晶層を20分割して計算した波長450nmの光の偏光状態の推移を示した図。第13図は、液晶層を20分割して計算した波長550nmの光の偏光状態の推移を示した図。第14図は、液晶層を20分割した計算した波長650nmの光の偏光状態の推移を示した図。第15図は、本発明の具体的な実施例で用いた偏光板2枚の光透過率の

波長依存性を示した図。第16図は、本発明の液晶装置の駆動方法の一例を示した図。第17図は、従来のスーパーツイステッドネマチック型液晶装置の模式図。第18図は、従来のSTN-LCDのオフ状態の光学的特性を示した図。第19図は、従来の液晶装置の液晶セルと偏光板の偏光軸（吸収軸）の関係を示した図。第20図は、従来の液晶装置のマルチプレックス駆動時のオン状態の画素とオフ状態の画素の光透過率のスペクトルを示した図。第21図は、第20図に示したスペクトル曲線を色座標にプロットしたxy色度図。第22図は、本発明の一実施例における液晶装置の構造を示した図。第23図は、本発明の液晶装置の各軸の関係を示した図である。第24図aは、本発明において、Bセルの条件を固定したときのAセルの液晶のねじれ角と $\Delta n \times d$ の望ましい範囲を示した図。第24図bは第24図aの範囲を計算により導く際の $\Delta n \cdot d$ に対するY値の関係を示す図。第25図・第26図・第27図は、本発明の実施例における液晶装置の外観の波長と透過率特性の関係を示した図。第28図は、

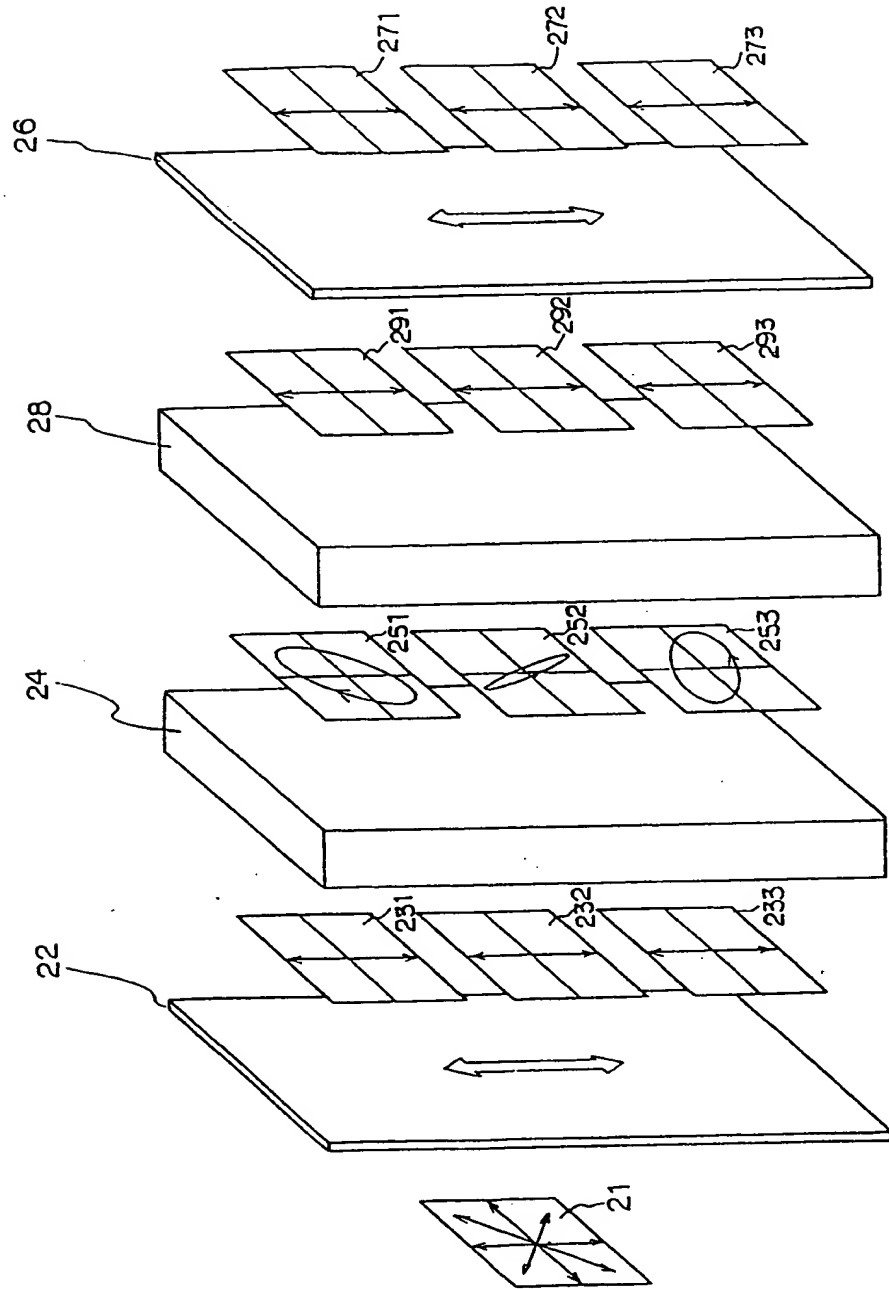
本発明の実施例において、Bセルの条件を固定したときのAセルの液晶のねじれ角と $\Delta n \times d$ の望ましい範囲を示した図。第29図は、本発明の実施例の液晶装置の外観の波長と透過率特性の関係を示した図。第30図は、本発明の実施例において、Bセルの条件を固定したときのAセルの液晶のねじれ角と $\Delta n \times d$ の望ましい範囲を示した図。第31図・第32図・第33図は、本発明の実施例において、Bセルの条件を固定したときのAセルの液晶のねじれ角と $\Delta n \times d$ の望ましい範囲を示した図。第34図・第35図は、本発明の他の実施例の液晶装置の構造を示した図。第36図は、本発明の実施例の液晶装置の各軸の関係を示した図。第37図は、本発明の実施例の液晶装置の偏光板の構造を示した図。第38図は、本発明の他の実施例の液晶装置の構造を示した図。第39図は、本発明の実施例の液晶装置の各軸の関係を示した図。

11、18は偏光板、12は液晶セル、19は光学的異方体（高分子フィルム）。

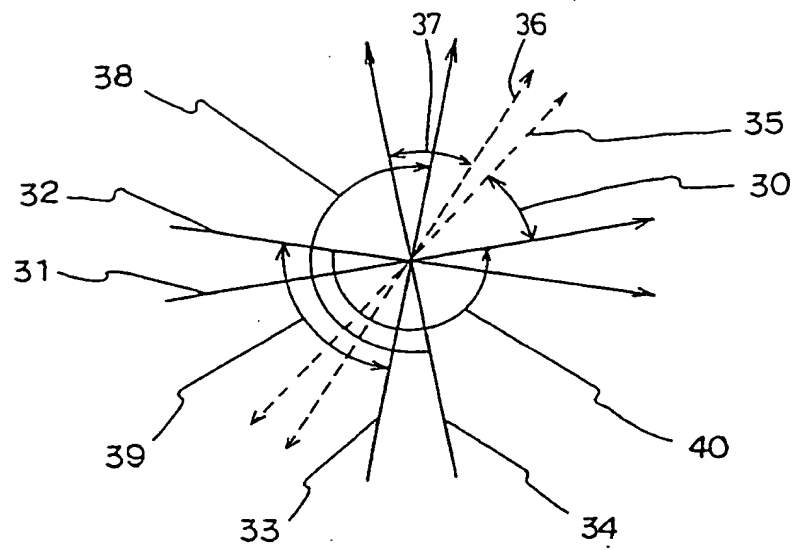
第1図



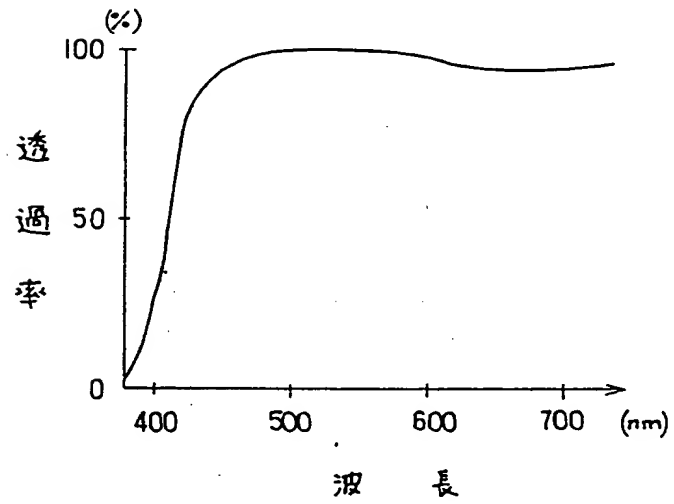
第 2 図



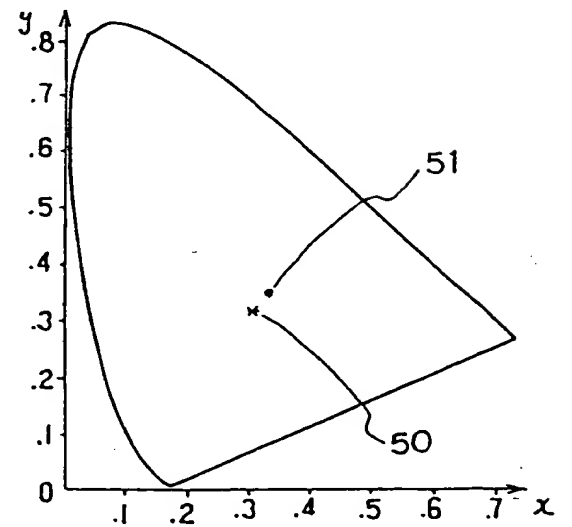
第3図



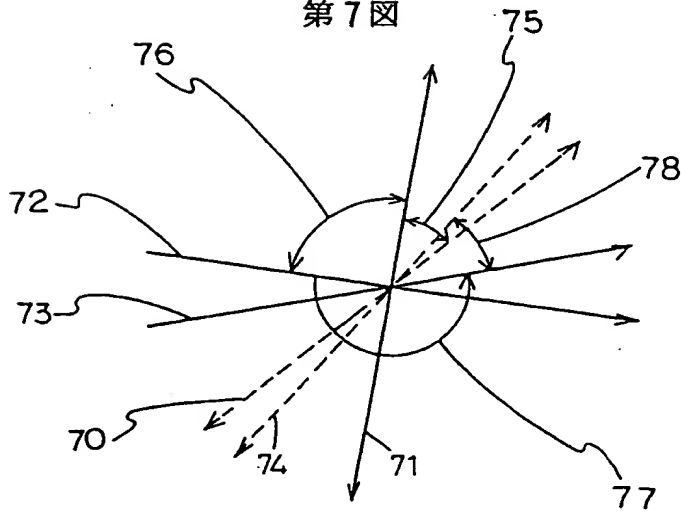
第4図



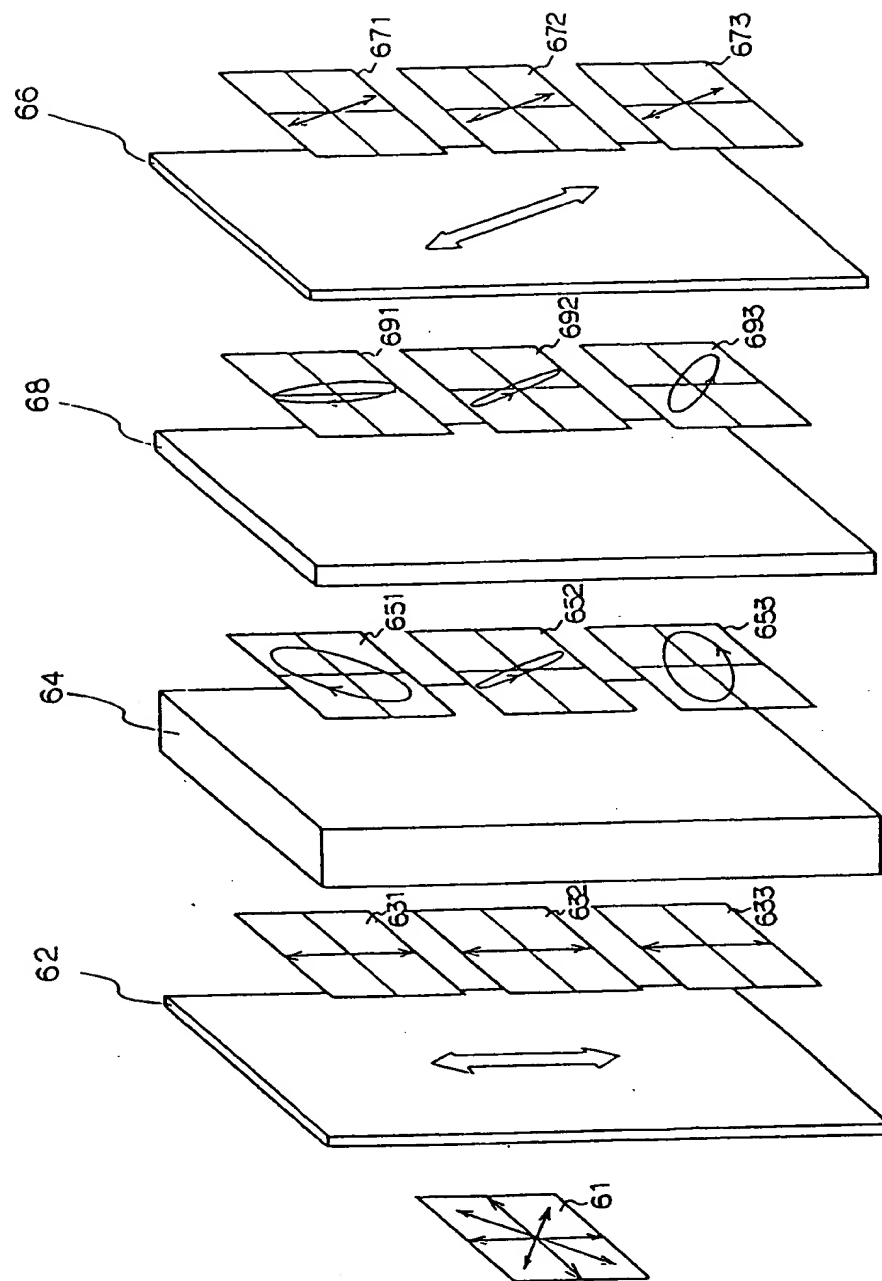
第5図



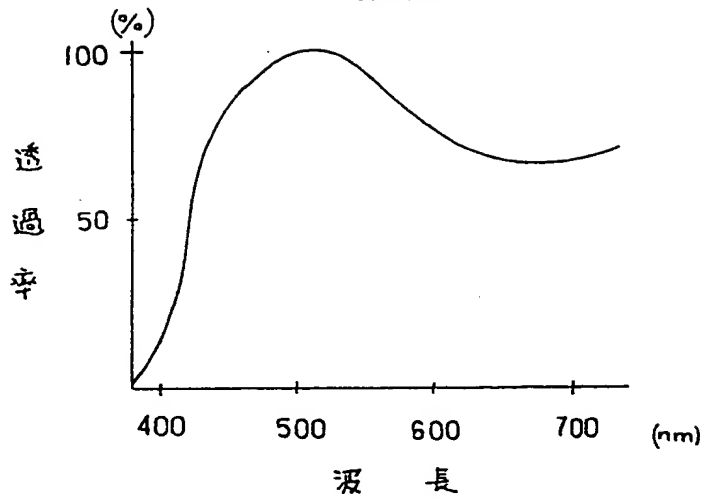
第7図



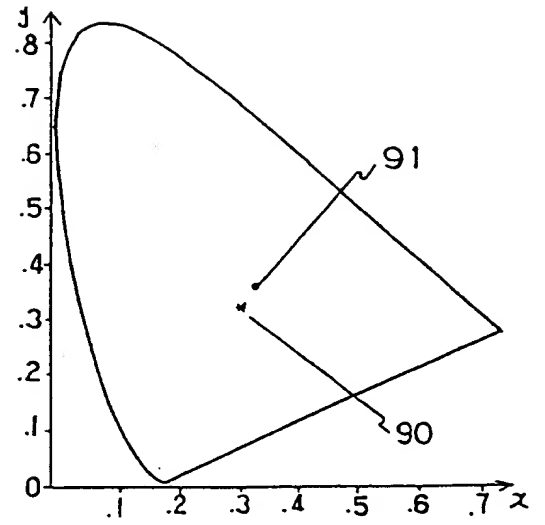
第6図



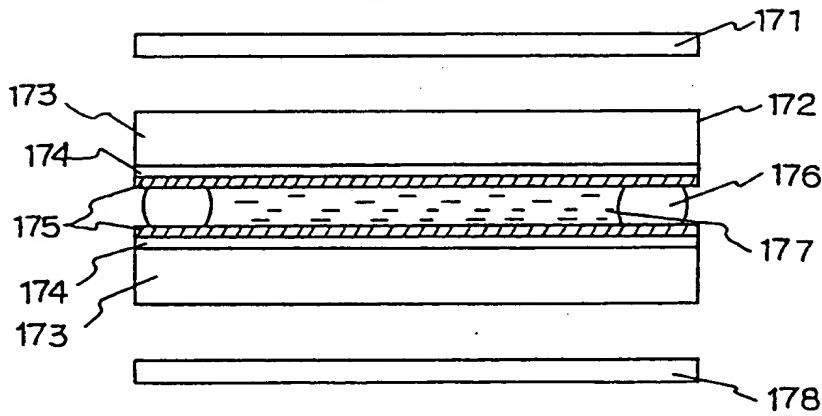
第 8 図



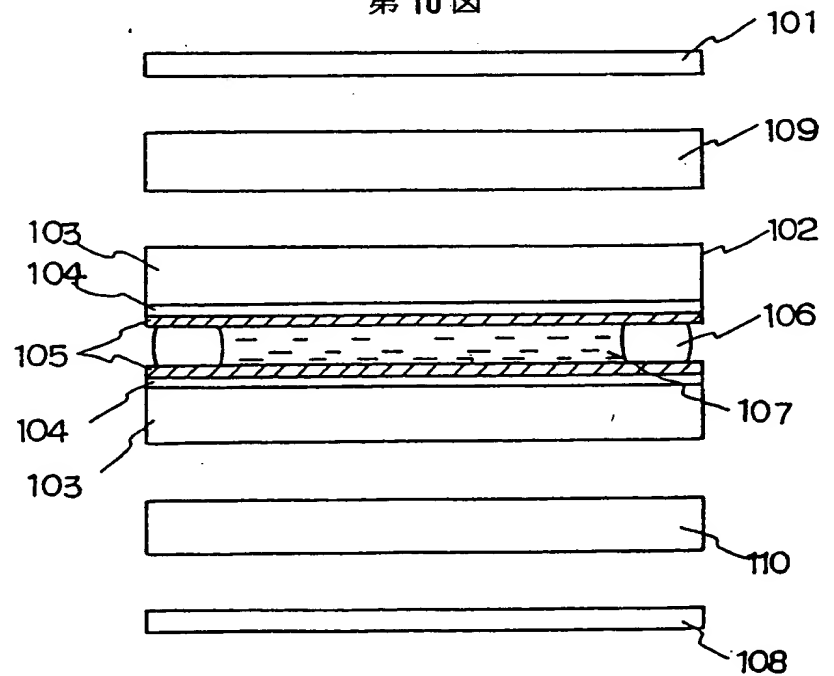
第 9 図



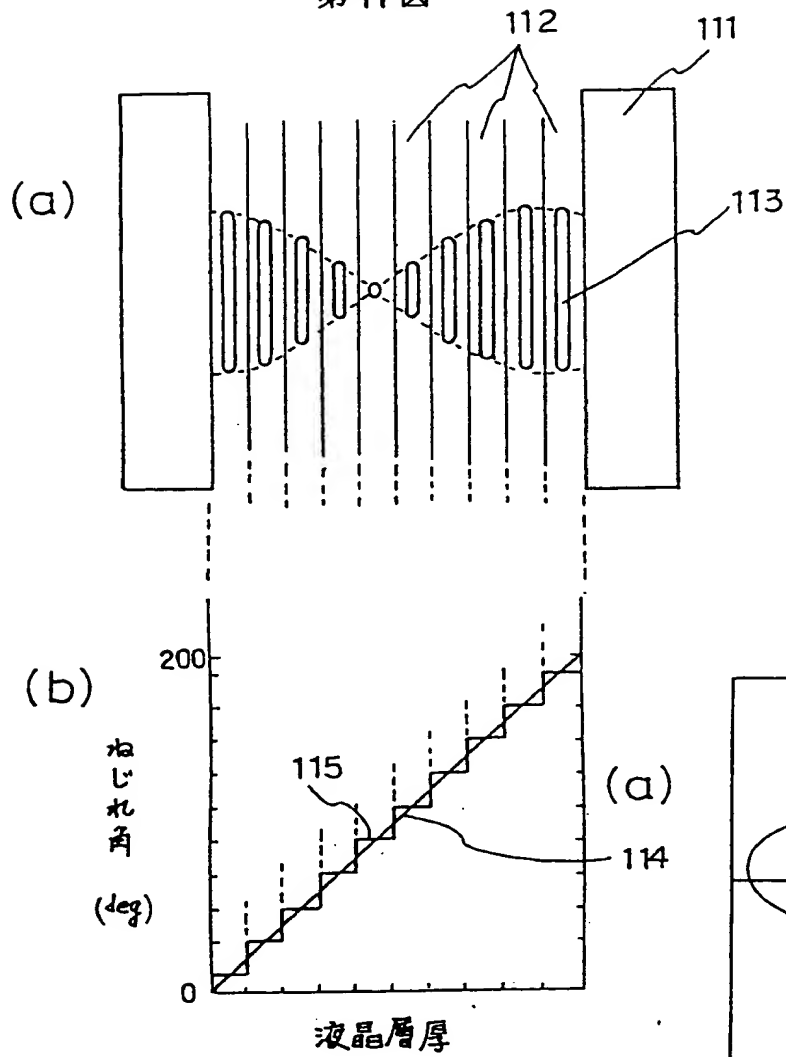
第 17 図



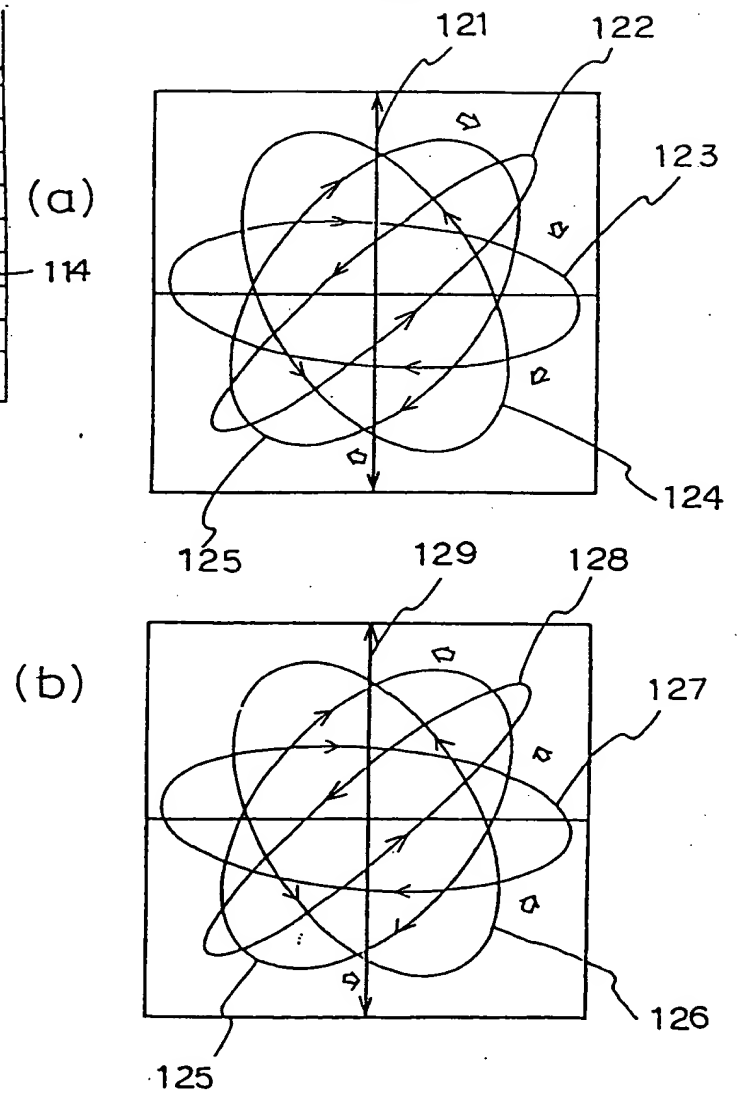
第 10 図



第 11 図

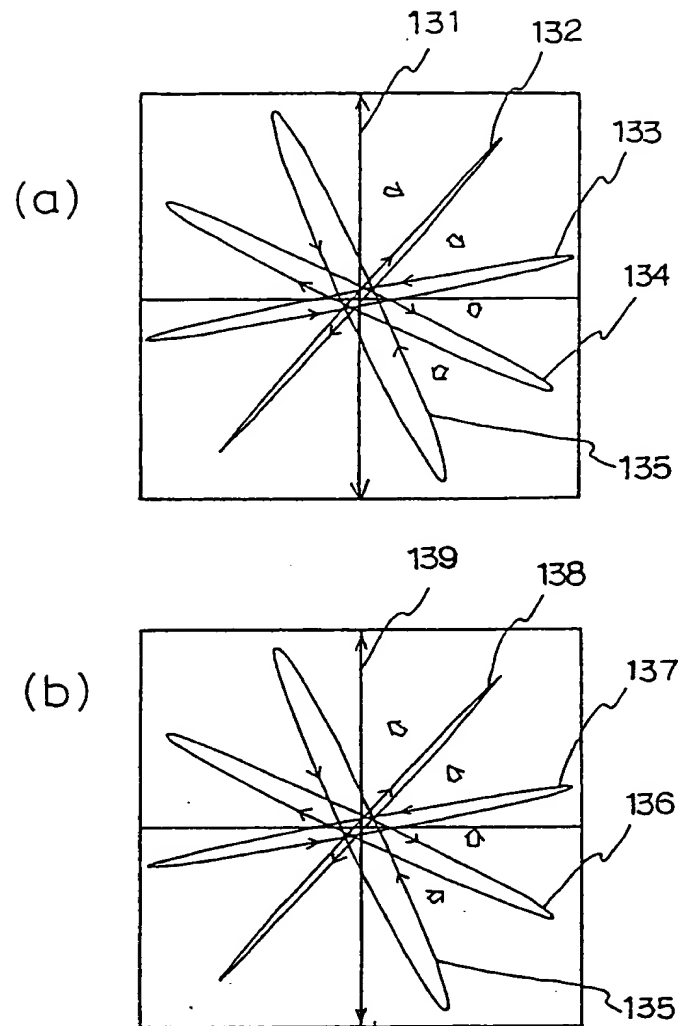


第 12 図

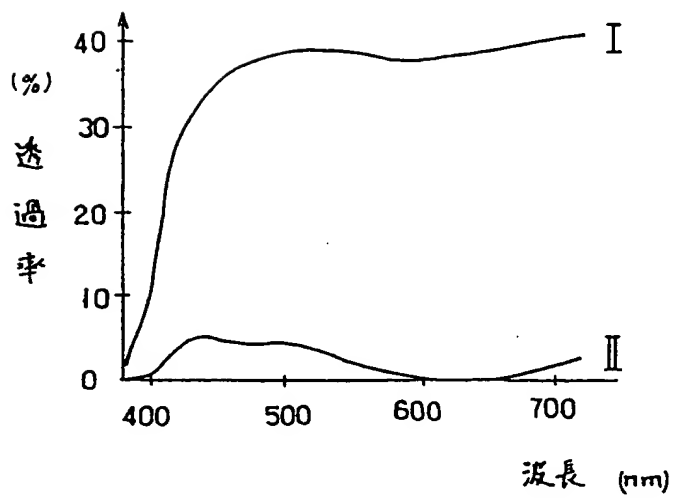




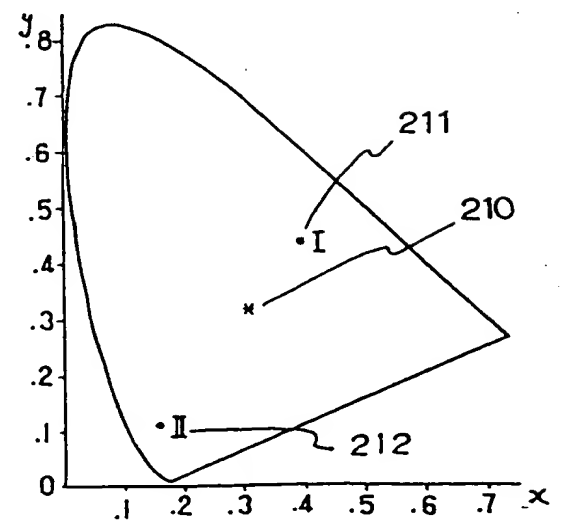
第 13 図



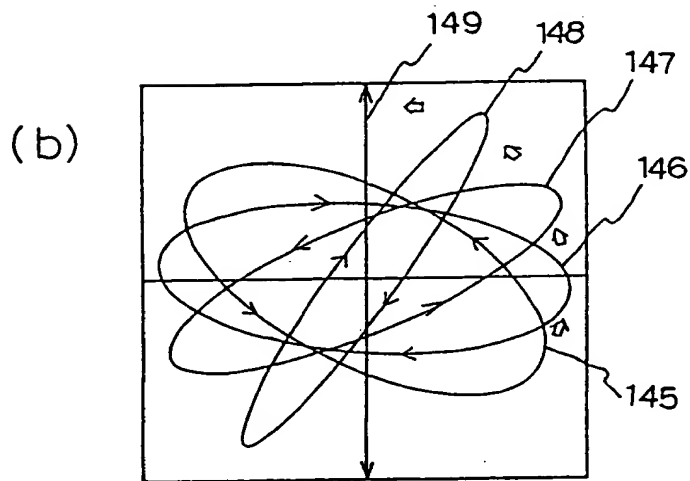
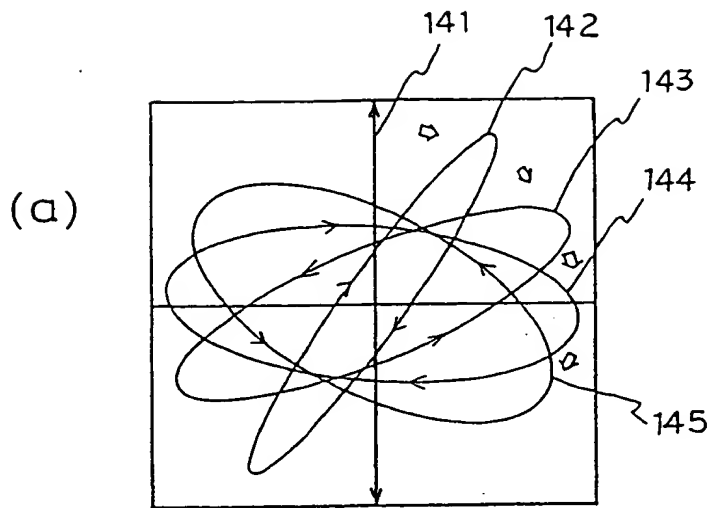
第 15 図



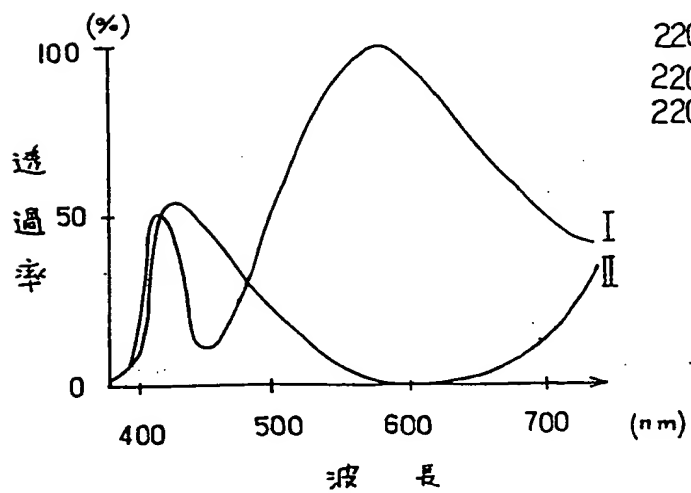
第 21 図



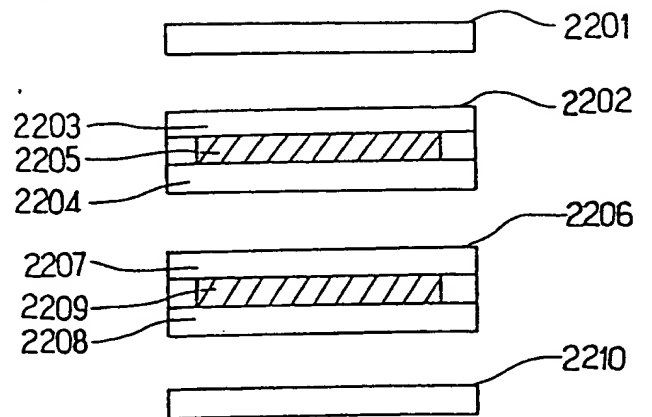
第 14 図



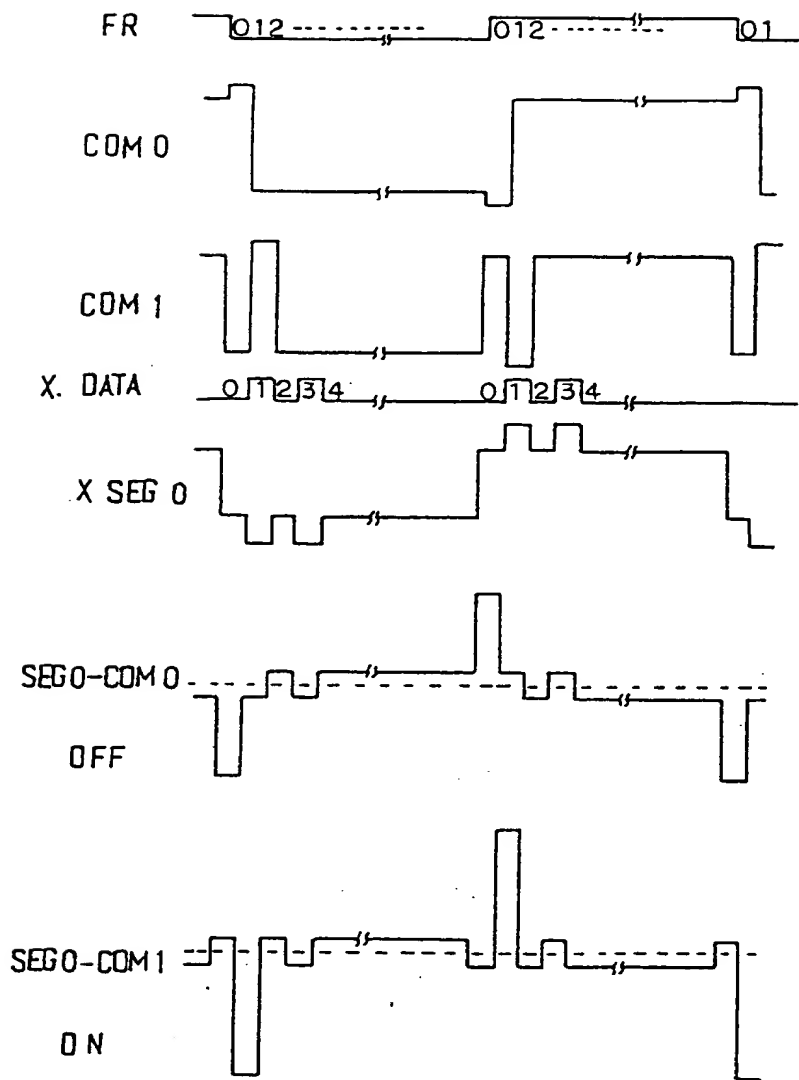
第 20 図



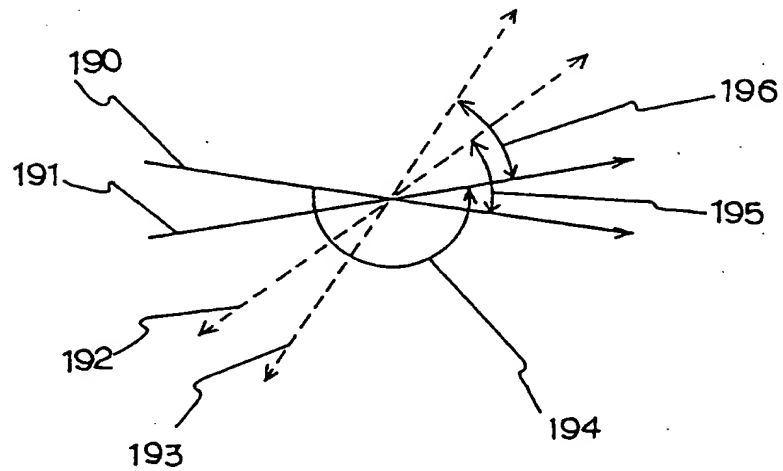
第 22 図



第 16 図



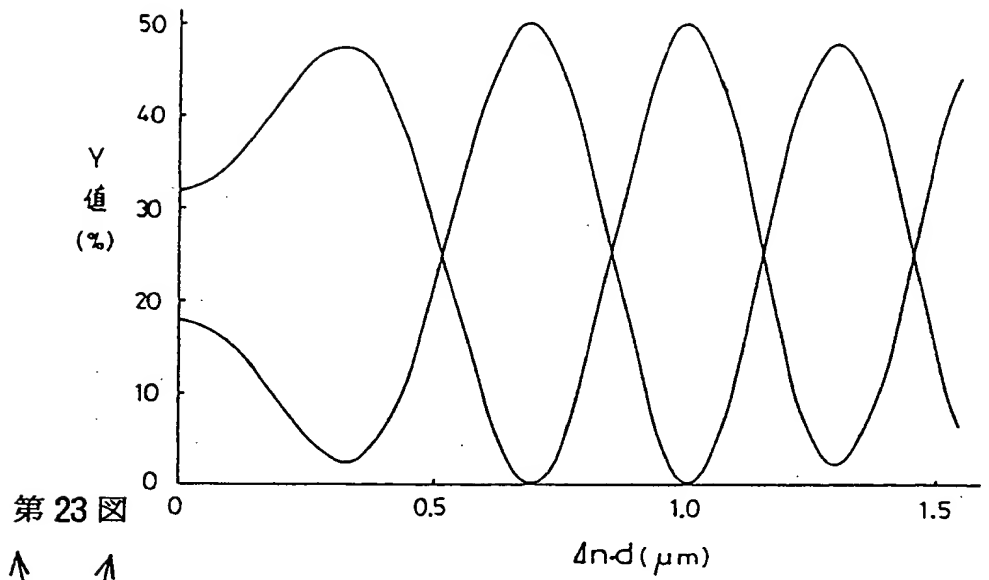
第 19 図



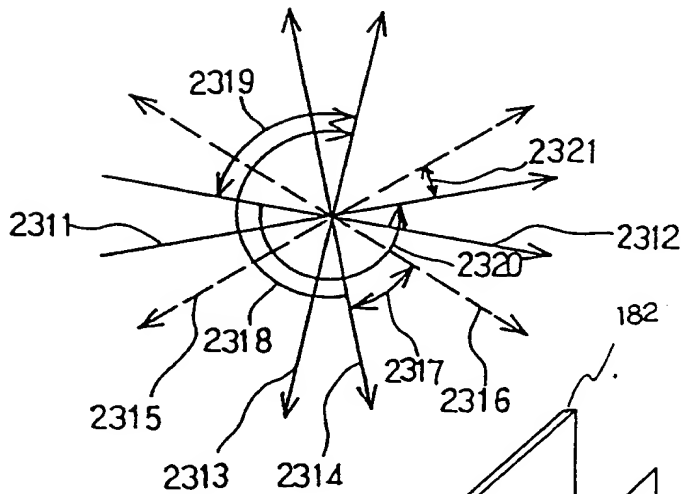
第 24 図 (b)

Bセル: 左 200°ツイスト  
 $\Delta n \cdot d = 0.9 \mu\text{m}$

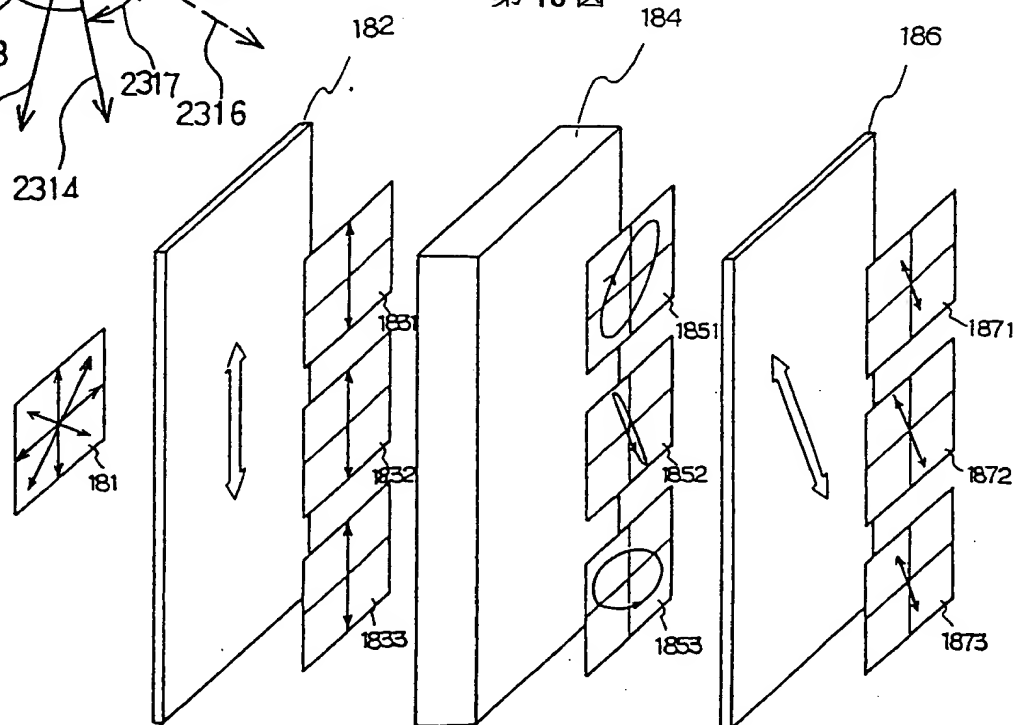
Aセル: 右 140°ツイスト



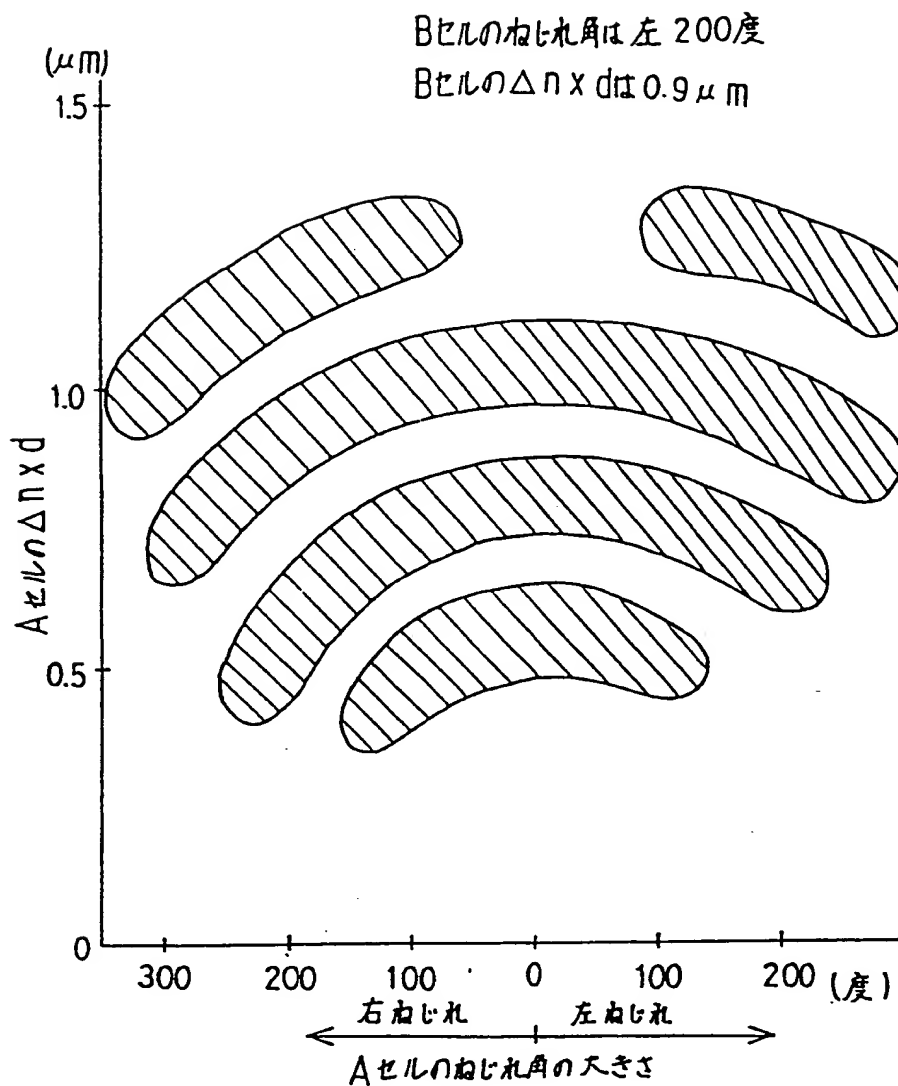
第 23 図



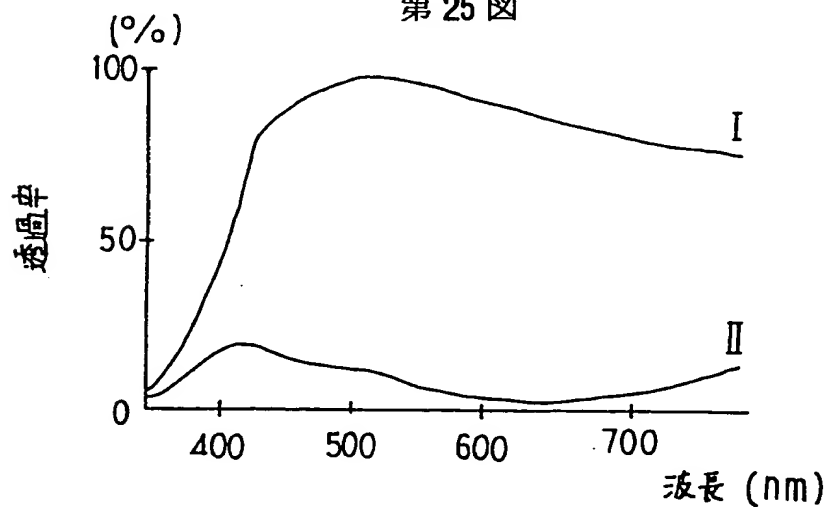
第 18 図



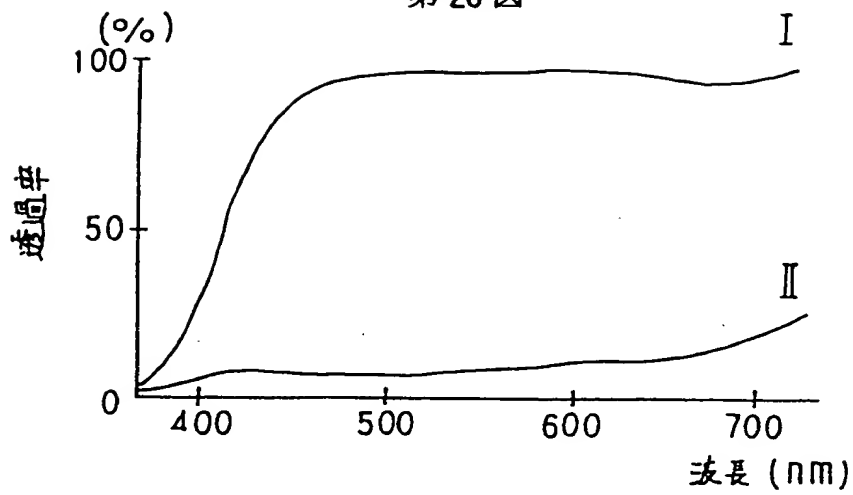
第 24 図 (a)



第 25 図

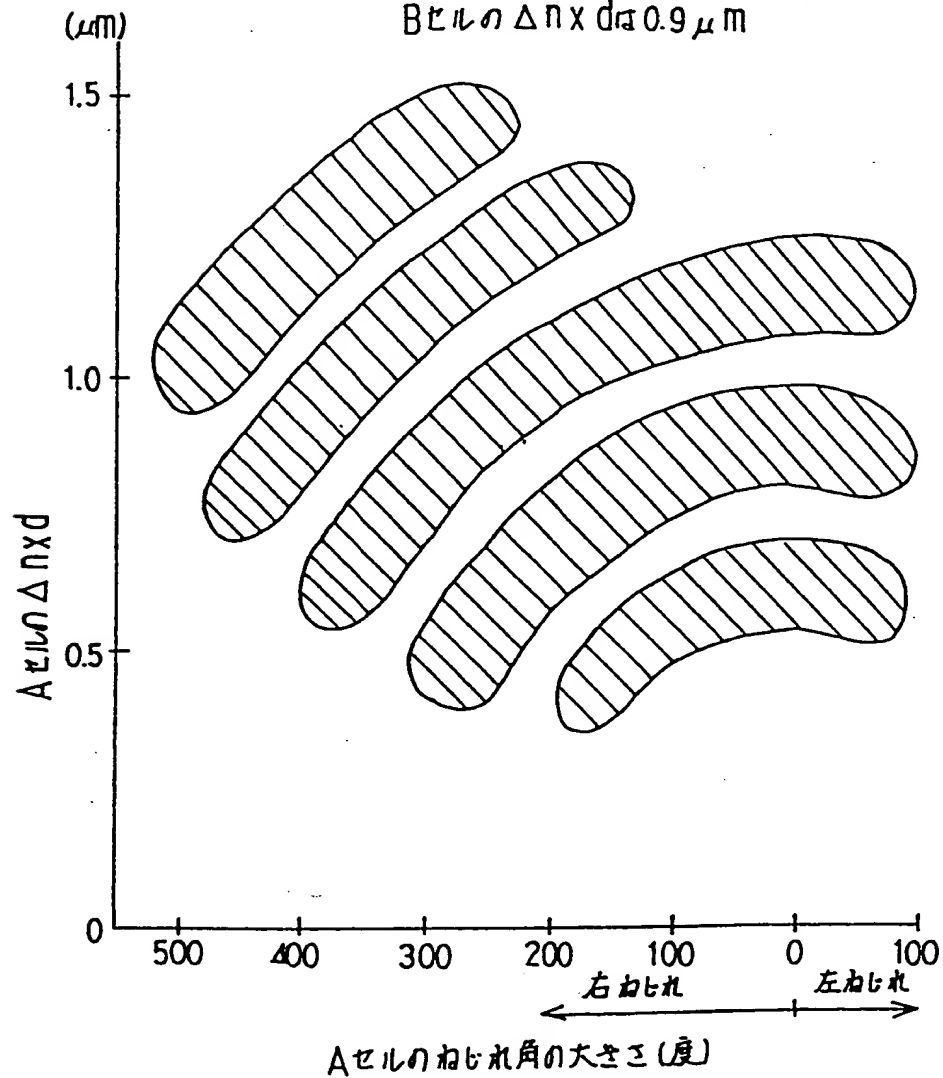


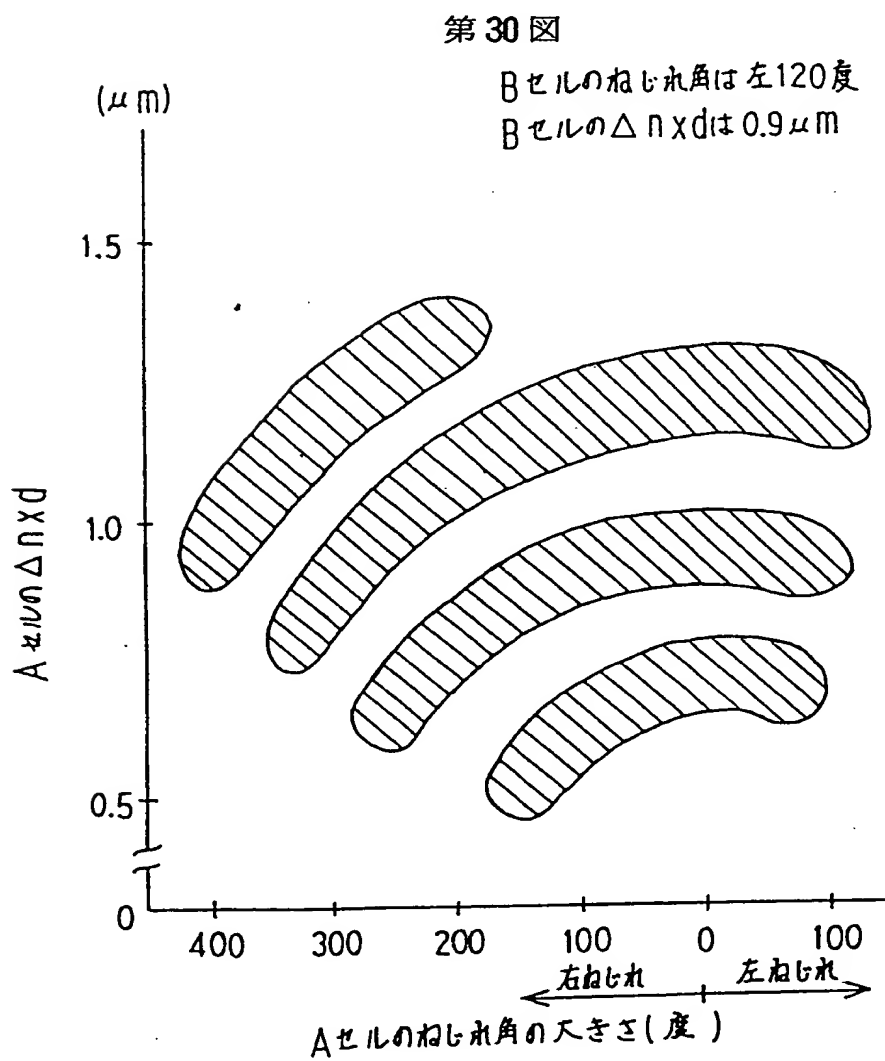
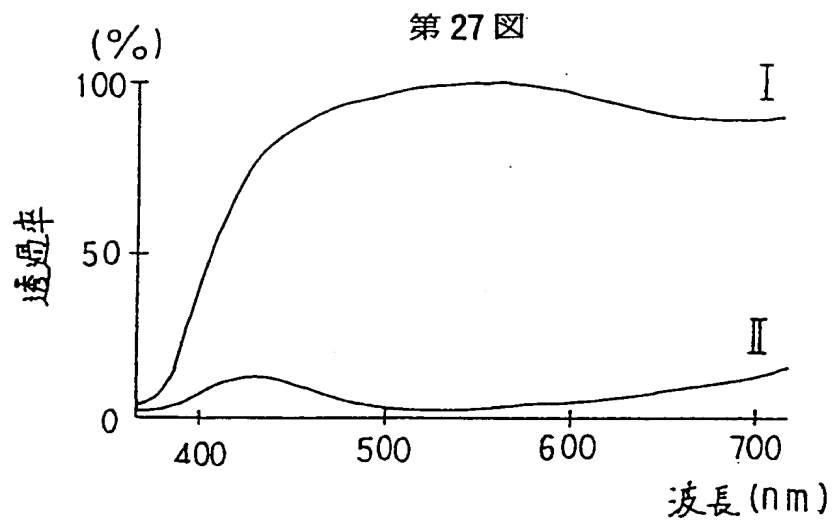
第 26 図

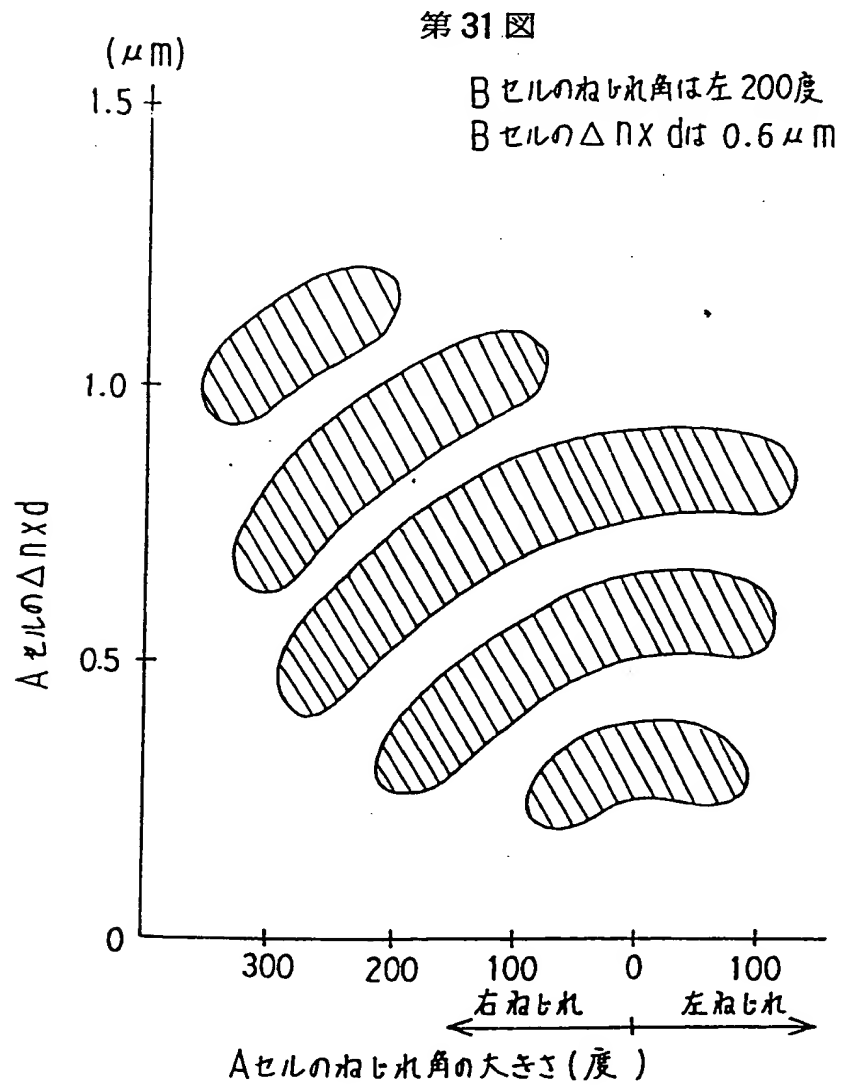
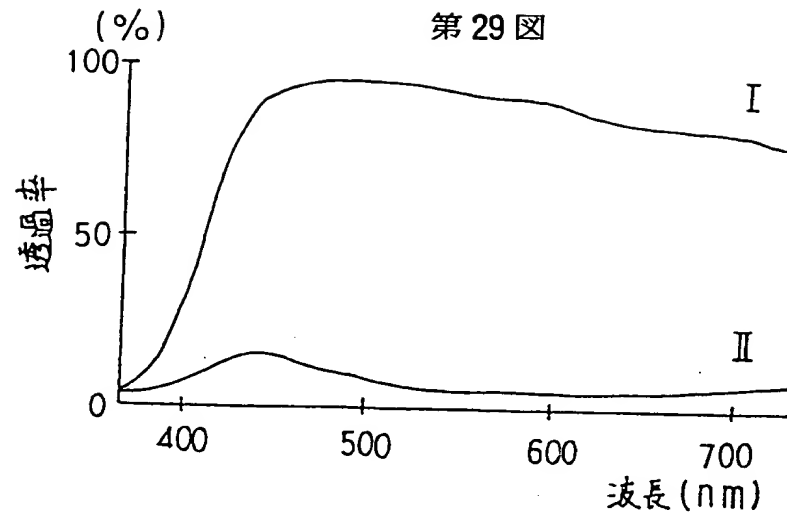


第 28 図

Bセルのねじれ角は左250度

Bセルの $\Delta n \times d$ は $0.9 \mu m$ 

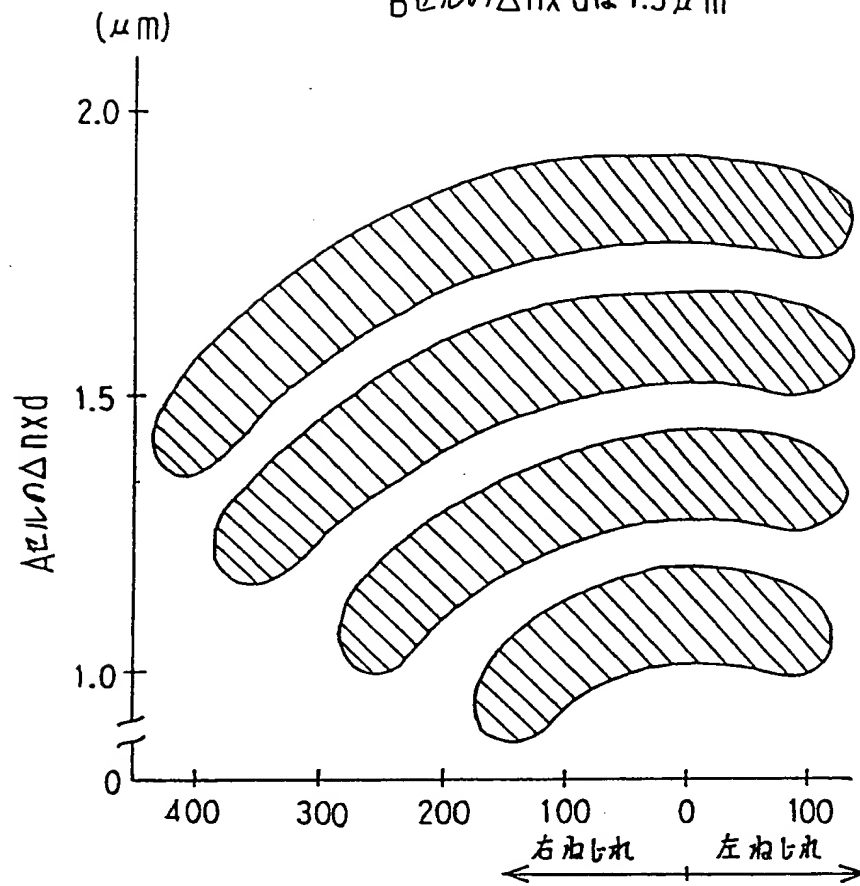






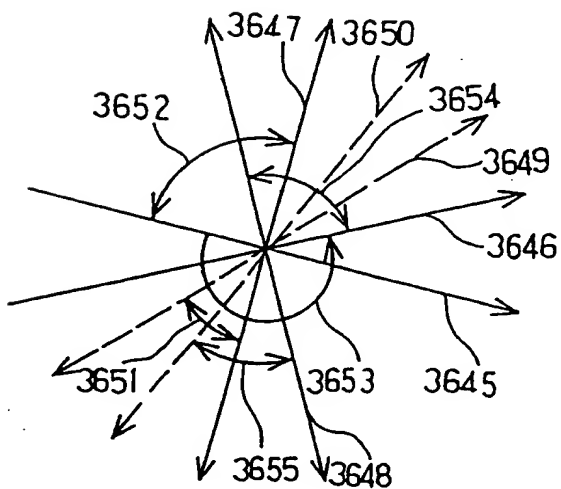
第 32 図

Bセルのねじれ角は左 200度

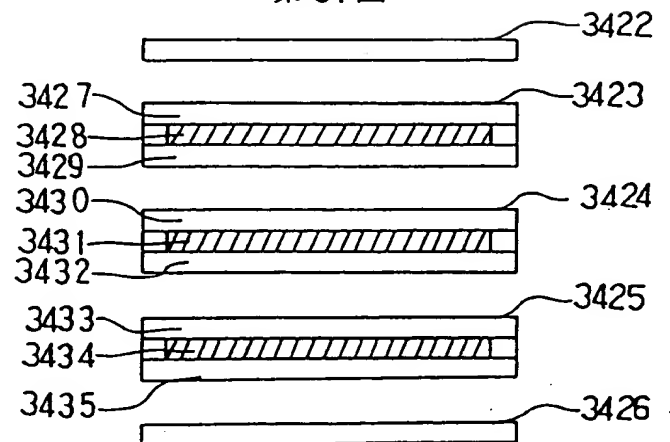
Bセルの $\Delta n \times d$ は  $1.5 \mu m$ 

Aセルのねじれ角の大きさ(度)

第 36 図

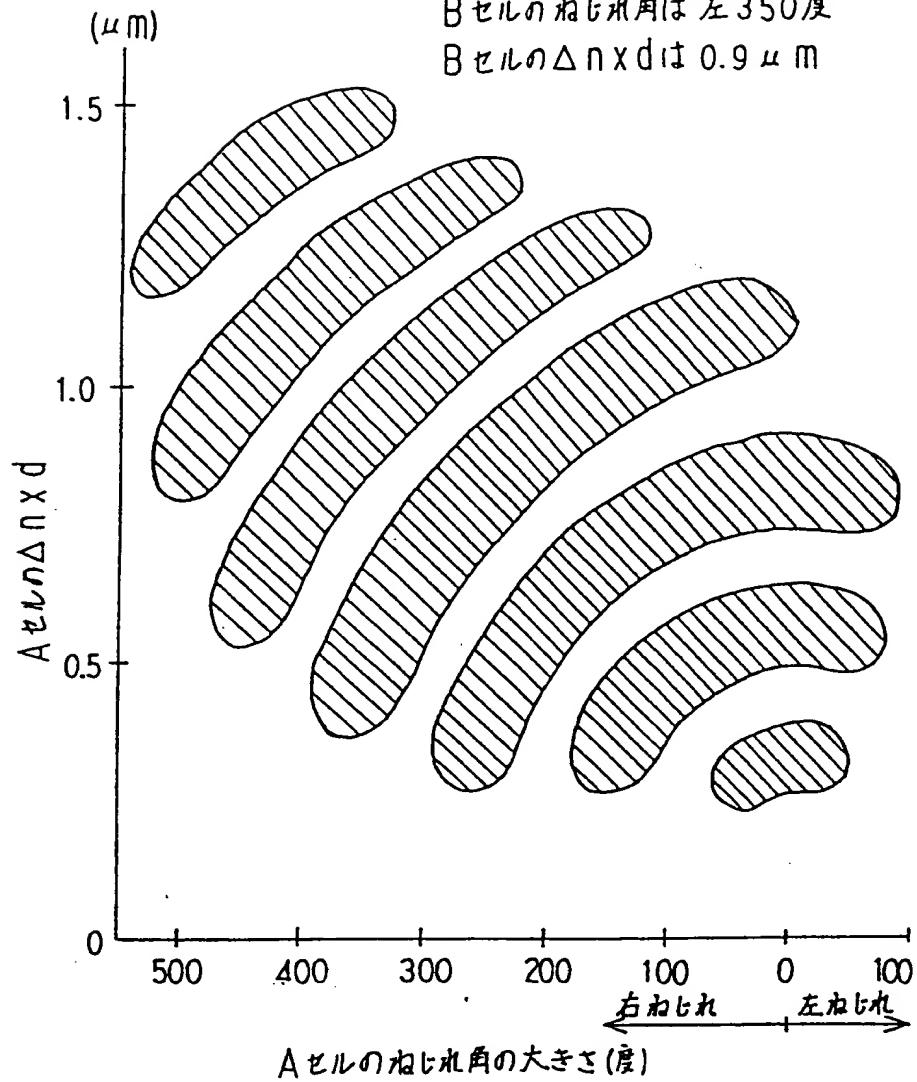


第 34 図

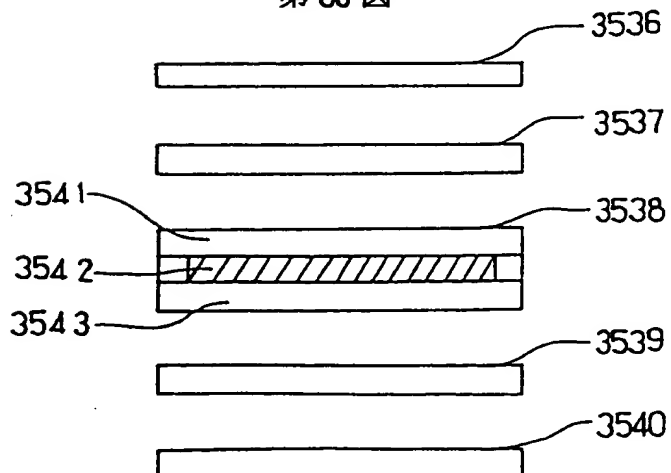


第 33 図

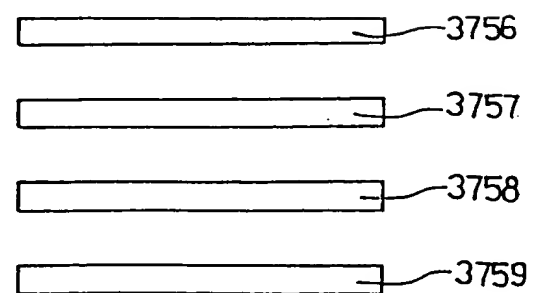
Bセルのねじれ角は左350度

Bセルの $\Delta n \times d$ は $0.9 \mu m$ 

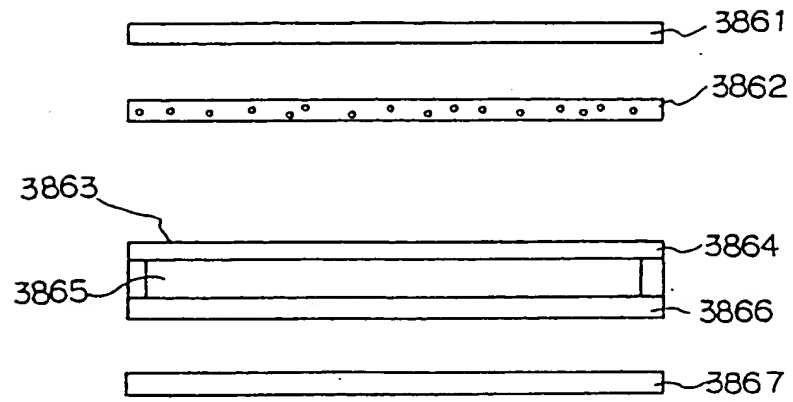
第 35 図



第 37 図



第 38 図



第 39 図

